Universitatea “Transilvania” din Brașov – Facultatea de Mecanică
Catedra de Autovehicule și Motoare

TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETARI TEORETICE SI EXPERIMENTALE
PRIVIND
CALIBRAREA AUTOTURISMELOR DIN PRODUCTIA INDIGENA
PENTRU ÎNCADRAREA ÎN NORMELE EUROPENE DE POLUARE

Doctorand: Ing. Aurică IVAȘCU

Conducător științific: Prof. dr. ing. Gheorghe-Alexandru RADU

Brașov, 2001

LISTA DE ABREVIERI

A/C – *Air Conditioning* (Aer Condiţionat)
A/F - *Air/Fuel* (Aer/Combustibil)
ABS – *Antilock Braking System* (Sistem Antiblocare la Frânare)
AC - *Alternating Current*) (Curent Alternativ)
AE – *Acceleration Enrichment* (Îmbogăţirea amestecului la Accelerare)
AECS - *Advanced Engine Control Systems* (Sisteme Avansate pentru Controlul Motorului)
AEMS – *Advanced Engine Management System* (Sistem Avansat pentru Gestionarea Motorului)
ALDL - *Assembly Line Data Link* (Conexiune la Linia de Colectare a Datelor
ASRO – Asociaţia de Standardizare din ROmânia
BCS - *British Computer Society* (Societatea Britanică de Calculatoare)
BES - *Bus Extension System* (Sistem de Extensie a Magistralei de date)
BLM – *Block Learn Multiplier* (Bloc de Multiplicare prin Învăţare)
BSFC – *Brake Specific Fuel Consumption* (Consumul Specific de Combustibil)
BTC - *Bupyong Technical Center* (Centrul Tehnic din Bupyong)
C/L – *Close Loop* (Buclă Închisă)
CAI - *California Analytical Instruments*
CAN - *Controller Area Network* (Controlor de Reţea Zonală)
CHE – *Constant High Energy* (Energie Înaltă Constantă la producerea scânteii)
CIBIL – *Computer Interface Buffer with Internal Logging* (Interfaţă Tampon a Computerului cu Login Intern)
CLD – *ChemiLuminiscence Detector* (Detector de ChemiLuminiscenţă)
CNG – *Compressed Natural Gas* (Gaz Natural Comprimat)
CP – Cal Putere
CR – *Close Ratio* (Etajare Scurtă)
CVS - *Constant Volume Sampler* (Eşantionare cu Volum Constant)
DBL - *Detonation Board Line* (Pragul de Detonaţie)
DC - *Direct Current* (Curent Continuu)
DE – *Deceleration Enrichment* (Îmbogăţirea amestecului la Decelerare)
DI – *Direct Injection* (Injecţie Directă)
DIN – *Deutche Industrie Normen* (Norme Industriale Germane)
DLC - *Data Link Conector* (Conector de Achiziţionare a Datelor)
DOHC - *Dual OverHead Camshaft* (Doi arbori cu came în chiulasă)
DSC – *Dual Spark Coil* (aprindere cu Două Bobine de Inducţie)
DTC - *Diagnostic Trouble Code* (Cod de Diagnosticare a Defectului)
DU – *Display Unit* (Unitate de afişaj)
DWAR - DaeWoo Automobile România
DWMC – *DaeWoo Motor Company*
EC - *Eddy Current* (Curenţi Turbionari)
ECE - *Economic Commission for Europe* (Comisia Economică pentru Europa)
ECM - *Engine Control Module* (Modul electronic pentru Controlul Motorului)
ECU – *Electronic Control Unit* (Unitate Electronică de Control)
EEC - *Electronic Engine Control* (Control Electronic al Motorului)
EEC – *European Economic Community* (Comunitatea Economică Europeană)
EGR – *Exhaust Gas Recycling* (Reciclare Gaze Evacuare)

EIS - *Electrical Inertia Simulation* (Simulare Electrică a Inerției)
EMC - *Engine Management Control* (Controlul Gestionării Motorului)
EMS - *Engine Management System* (Sistem pentru Gestionarea Motorului)
EPA – *Environmental Protection Agency* (Agenția pentru Protecția Mediului)
EPROM - *Erasable & Programmable Read Only Memory* (Memorie Programare și Ștergere Doar cu Citire)
EST - *Electronic Spark Timing* (Avans Electronic la Aprindere)
ETC - *Electronic Throttle Control* (Control Electronic al Clapetei de accelerație)
EUDC - *Extra Urban Driving Cycle* (Ciclu de Conducere Extra Urban)
FFDA - *Freeze Frame Data Acces* (Accesarea datelor prin înghețarea cadrelor)
FID - *Flame Ionization Detector* (Detector cu Flacără Ionizată)
FSM - *Field Service Mode* (Mod de Testare în Service)
FTM - *Factory Test Mode* (Mod de Testare în Uzină)
GM - *General Motors*
GMP - Grup Moto-Propulsor
GPL - Gaz Petrol Lichefiat
HC – *HydroCarbons* (HidroCarburi)
HEI - *High Energy Ignition* (Aprindere cu Energie Ridicată)
HIL - *Hardwer-In-Loop* (Hard În Buclă)
HP – *HorsePower* (Cal Putere)
HUD – *Head-Up Display* (Afișaj pentru vizualizare în timpul șofării)
IRS – Institutul Român de Strandardizare
ISI – *Ion Sense Ignition* (Aprindere cu Detecție Ionică)
ISO – *International Standards Organization* (Organizația Internațională de Standardizare)
KD - *Knock Detection* (Detectare Detonații)
KW – *KeyWord* (Cuvânt Cheie)
LBT – *Leanest fuel consumption for Best Torque* (consum Minim de combustibil pentru cel mai Bun Cuplu)
LPG – *Liquefied Petroleum* Gas (Gaz Petrol Lichefiat)
MAF – *Manifold Absolute Flow* (Flux Absolut de Admisie)
MAI – Motor cu Ardere Internă
MAP - *Manifold Absolute Pressure* (Presiune Absolută de Admisie)
MAS – Motor cu Aprindere prin Scânteie
MAT – Manifold Absolute Temperature (Temperatură Absolută de Admisie)
MBC – *Model-Based Controls* (Controlul Modelului de Bază)
MBT – *Minimum spark advance for the Best Torque* (Avansul Minim la Aprindere pentru cel mai Bun Cuplu)
MDS - *Modular Development System* (Sistem Modular de Dezvoltare)
MEM-CAL - *MEMory CALibration* (CALibrare MEMorie)
MIRA - *Motor Industry Research Association* (Asociația pentru Cercetarea Industriei Auto)
MIS - *Mechanical Inertia Simulation* (Simulare Mecanică a Inerției)
MIU - *Main Instrument Unit* (Unitate Principală a Instrumentului)
MOT – *Ministry Of Transportations* (Ministerul Transporturilor)
MR - *Medium Ratio* (Etajare Medie)
NDIR - *Non-Dispersive InfraRed* (InfraRoșu NeDispersiv)
NDUV *Non Distructive Ultra Violet* (Ultra Violet Non Distructiv)
O/L – *Open Loop* (Buclă Deschisă)
O2S – *Oxigen Senzor* (Senzor de Oxigen)
OBD - *On Board Diagnostic* (Diagnosticare La Bord)
OEM – *Original Equipment Manufacturers* (Furnizori de Echipamente Originale)
ONU – Organizația Natiunilor Unite

ORVR - *Onboard Refueling Vapor Recovery* (Panou pentru Recuperarea Evaporațiilor la Alimentarea cu combustibil)
OSEK – *Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik im Kraftfahrzeug* (Sisteme Deschise și Interfețe aferente pentru Electronica Auto)
OSM - *Output State Mode* (Modul Stării Produsului)
PC – *Personal Computer* (Calculator Personal)
PCB - *Printed Circuit Board* (Placă cu Circuite Imprimate)
PCM - *Powertrain Control Module* (Modul pentru Controlul Grupului motopropulsor)
PCV - *Positive Crankcase Ventilation* (Ventilare Pozitivă a Carterului)
PFI - *Port Fuel Injection* (Injecție de Benzină în Poarta supapei)
PRM - *Pressure Ratio Managemetnt* (Gestionarea Raportului de Compresie)
PSA – *Peugeot Société Anonyme* (Societatea Anonimă Peugeot)
PSI – *Pounds per Square Inch* (Livre pe Inci Pătrat)
PSI – Prevenirea și Stingerea Incendiilor
R&D - *Research and Development* (Cercetare și Dezvoltare)
RAM – *Random Acces Memory* (Memorie cu Acces Aleator)
RAR – Registrul Auto Român
ROM – *Read Only Memory* (Memorie Doar cu Citire)
RPM – *Rotations Per Minute* (Rotații Pe Minut)
S/W – *SoftWare* (Soft)
SAE - *Society of Automotive Engineeres* (Societatea Inginerilor de Automobile)
SES - *Service Engine Soon* (Verificare Urgentă Motor)
SFI – *Sequencial Fuel Ignition* (Aprindere cu Alimentare Secvențială)
SHED - *Sealed Housing for Evaporative Determination* (Incintă Etanșă pentru Determinarea Evaporațiilor)
SIL - *Soft Integrity Level* (Nivel de Integritate a Softului)
SIAR – Societatea Inginerilor de Automobile din România
SPW - *Synchronous Pulse Width* (Lățimea Pulsului de injecție Sincronizat)
SSC - *Single Spark Coil* (O Bobină de Inducție pentru fiecare bujie)
STM - *Spark Timing Meter* (Indicatorul Avansului la Aprindere)
T/B – *Toolboxes* (Ferestre de Dialog)
TCC - *Torque Converter Clutch* (Ambreiaj Convertor de Cuplu)
TCM – *Transmission Control Module* (Modul pentru Controlul Transmisiei)
TM – *Target Module* (Modul de planificare)
UTAC – *L'Union Technique de l'Automobile du Motocycle et du Cycle* (Uniunea Tehnică pentru Automobile, Motociclete și Biciclete)
VCAD - *Vehicle CAlibration Development* (Dezvoltarea CAlibrării Vehiculului)
VCADS - *Vehicle CAlibration Development System* (Sistem pentru Dezvoltarea CAlibrării Vehiculului)
VCP - *Variable Cam Phaser* (Distribuție Variabilă)
VDX – *Vehicle Distributed eXecutive* (Administrarea distribuirii vehiculelor)
VE – *Volumetric Efficiency* (Randamentul Umplerii)
VHE – *Variable High Energy* (Energie Înaltă Variabilă la producerea scânteii)
VLT-PC - *Vehicle Link Tester to PC* (Tester de Legare la PC a Vehiculului)
VPW - *Variable Pulse Width* (Lățime Varabilă a Pulsului de modulație a injecției)
WR - *Wide Ratio* (Etajare Lungă)
WTC - *Worthnig Technical Center* (Centrul Tehnic din Worthing)

CUPRINS

Prefaţă 8
1. Consideraţii privind conceptul de calibrare a vehiculelor 11
1.1. Istoricul calibrării vehiculelor 11
1.1.1. Definirea noţiunii de “calibrare vehicul”........ 11
1.1.2. Etimologia termenului de “calibrare vehicul” 12
1.1.3. Stadiul standardizării în domeniul calibrării vehiculelor 13
1.1.3.1. Stadiul standardizării pe plan internaţional 13
1.1.3.2. Stadiul standardizării pe plan naţional 16
1.2. Consideraţii privind sistemul calibrării vehiculelor 18
1.2.1. Identificarea performanţelor prioritare ale vehiculului 19
1.2.1.1. Cerinţe regulamentare 20
1.2.1.2. Condiţii de exploatare 22
1.2.1.3. Exigenţele potenţialilor clienţi 23
1.2.2. Alegerea sistemelor şi echipamentelor optime ale motorului 24
1.2.2.1. Optimizarea sistemelor auxiliare ale motorului 25
1.2.2.2. Alegerea echipamentelor necesare calibrării 27
1.2.3. Dezvoltarea preliminară a motorului 28
1.2.3.1. Setarea parametrilor de referinţă ai dinamometrului 28
1.2.3.2. Teste specifice calibrării motorului 29
1.2.3.3. Evaluarea şi optimizarea performanţelor motorului 31
1.2.4. Dezvoltarea draivabilităţii vehiculului 32
1.2.4.1. Teste specifice pe vehicul 32
1.2.4.2. Evaluarea şi optimizarea performanţelor vehiculului 33
1.2.5. Calibrarea consumului de combustibil 34
1.2.5.1. Teste specifice de calibrare a consumului 35
1.2.5.2. Evaluarea şi optimizarea consumului 36
1.2.6. Validarea calibrării iniţiale a motorului 37
1.2.6.1. Teste specifice de validare a calibrării motorului 37
1.2.6.2. Determinarea şi oficializarea performanţelor vehiculului 38
1.3. Specificul calibrării vehiculelor din producţia indigenă 38
1.3.1. Specificul condiţiilor de mediu 38
1.3.2. Specificul condiţiilor de exploatare 41
1.3.3. Specificul cadrului legislativ indigen 42
2. Stabilirea metodologiei specifice calibrării vehiculelor 44
2.1. Calibrarea vehiculului în condiţii de laborator 44
2.1.1. Testarea virtuală a ECM -ului 44

2.1.2. Optimizarea performanţelor motorului 45
2.1.3. Calibrarea emisiilor şi a consumului de combustibil 47
2.1.3.1. Reglementări privind noxele 47
2.1.3.2. Calibrarea în buclă deschisă 50
2.1.3.3. Calibrarea în buclă închisă 51
2.1.4. Calibrarea pornirii la rece 51
2.2. Calibrarea vehiculului în condiţii de drum 54
2.2.1. Calibrarea draivabilităţii vehiculului 55
2.2.2. Determinarea performanţelor dinamice ale vehiculului 56
2.2.3. Validarea calibrării vehiculului 57
2.3. Strategia calibrării vehiculelor 60
2.3.1. Strategia calibrării EMS 60
2.3.1.1. Evaluarea factorilor de risc 64
2.3.1.2. Evaluarea integrităţii softului 67
2.3.1.3. Evaluarea metodelor de dezvoltare a softului 69
2.3.2. Strategia calibrării GMP 73
2.3.3. Configurarea gestionării motorului 74
2.3.3.1. Mecatronica EMS 74
2.3.3.2. Algoritmul gestionării motorului 76
2.3.4. Strategia calibrării autoturismelor din producţia indigenă 80
3. Aparatura necesară calibrării vehiculelor 81
3.1. Echipamente necesare testării vehiculelor în condiţii de laborator 81
3.1.1. Celule dinamometrice pentru încercarea motoarelor 81
3.1.2. Standul dinamometric cu rulouri 86
3.1.3. Echipamentul SHED 88
3.1.4. Analizoare de gaze 89
3.1.5. Camere climaterice 90
3.2. Echipamente necesare testării vehiculelor în condiţii de drum 91
3.2.1. Dispozitivul virtual tip roata a 5-a 91
3.2.2. Echipamentul VCADS 92
3.2.3. Dispozitiv pentru determinarea consumului de combustibil 94
3.2.4. Scanere de diagnosticare 95
3.3. Aparatura de uz general necesară procesului de calibrare vehicul 95
3.3.1. Anemometre 96
3.3.2. Multimetre digitale........ 97
3.3.3. Sisteme de achiziţie date 97
3.4. Stadiul laboratoarelor româneşti vizând calibrarea vehiculelor 100
4. Investigaţii privind calibrarea autoturismelor din producţia indigenă 102
4.1. Evaluarea condiţiilor de mediu 103
4.1.1. Temperatura mediului ambiant 103
4.1.2. Umiditatea mediului ambiant 106
4.1.3. Altitudinea aşezărilor geografice româneşti 108
4.1.4. Poluarea chimică a mediului înconjurător 110
4.2. Evaluarea condiţiilor de exploatare 111
4.2.1. Particularităţile combustibililor de pe piaţa românească 112
4.2.2. Particularităţile traficului rutier în România 113
4.2.3. Particularităţile stilului de conducere în România 121
4.2.4. Particularităţile sarcinii utile 124

4.3. Evaluarea cadrului legislativ indigen în domeniul calibrării vehiculelor 126
4.3.1. Cerințe regulamentare privind calibrarea vehiculelor 126
4.3.2. Cerințe regulamentare privind traficul rutier 127
4.4. Recalibrarea vehiculului în acord cu specificul românesc 129
4.4.1. Considerații privind recalibrarea ECM-ului 129
4.4.2. Rezultatele recalibrării vehiculului 130
4.4.2.1. Evaluarea emisiilor și a consumului de combustibil 130
4.4.2.2. Evaluarea performanțelor generale ale motorului... 132
4.4.2.3. Evaluarea performanțelor generale ale vehiculului 135
4.4.2.4. Evaluarea draivabilității.. 135
5. Concluzii 138
5.1. Posibilități de standardizare în domeniul calibrării vehiculelor 138
5.1.1. Standardizarea metodologiei de calibrare 138
5.1.2. Standardizarea aparaturii necesare calibrării vehiculelor 139
5.1.3. Standardizarea sistemelor de gestionare a motoarelor 139
5.1.4. Posibilitățile românești de standardizare 140
5.2. Tendințe strategice privind calibrarea vehiculelor 140
5.2.1. Computerizarea și procesul de calibrare a vehiculelor 140
5.2.2. Globalizarea și procesul de calibrare a vehiculelor 141
5.2.3. Strategia experimentelor efectuate 141
6. Contribuții personale 142
6.1. Teoretizarea procesului de calibrare a vehiculelor 142
6.2. Particularitățile calibrării autoturismelor din producția indigenă 142
6.3. Proceduri de testare specifice procesului de calibrare a vehiculelor 143
6.4. Domenii de interes pentru cercetările viitoare 143
Bibliografie 145
Anexe 153

oooOOOooo

PREFAŢĂ

Calibrarea vehiculelor *este un concept relativ nou, strict ingineresc, în strânsă legătură cu* **mecatronica automobilului**. *Din acest considerent, strategia procesului de calibrare a autovehiculelor vizează, pe de o parte, optimizarea mecatronicii automobilului (atât ca* hard *cât şi ca* soft*) şi, pe de altă parte, adoptarea unor proceduri de testare, în acord cu obiectivele prioritare urmărite. Pentru autoturismele cu alimentare pe benzină, principalele trei obiective strategice ale calibrării sunt:* economia, **emisiile** *şi* draivabilitatea. *În cazul autoturismelor cu alimentare duală, benzină / GPL, aceste obiective devin, oarecum, altele:* draivabilitatea, economia *şi* **securitatea**. *Deocamdată, pentru condiţiile din România, economia de combustibil şi* ***draivabilitatea*** *sunt obiective de bază ale calibrăririi vehiculelor, în timp ce emisiile şi securitatea exploatării sunt, în general, o rezultantă a cerinţelor regulamentare. În cazul alimentării autoturismelor cu GPL (Gaz Petrol Lichefiat), emisiile sunt oricum mult mai mici decât în cazul alimentării cu benzină şi, ca urmare, al treilea obiectiv major al calibrării devine securitatea, având în vedere specificul alimentării cu GPL vizavi de temerile viitorilor clienţi.*

Draivabilitatea *este un indice calitativ de evaluare subiectivă, la modul cel mai general, a funcţionării globale a unui vehicul, ca mod de conlucrare a grupului motopropulsor cu mecanismul de direcţie şi cu sistemul de frânare şi ca sumă de trăsături şi manieră de şofare, incluzând maniabilitatea, manevrabilitatea, stabilitatea ralantiului, pornirea la rece şi la cald, răspunsul la accelerare şi uşurinţa de livrare a puterii [99], [160]. Termenul de "draivabilitate" este un neologism ce provine din englezescul "driveability" şi, uneori, este tradus, în mod impropriu, prin "maniabilitate" sau "manevrabilitate", termeni înglobaţi, de altfel, în definiţia draivabilităţii dar cu înţelesuri mult mai restrânse, totuşi. Astfel:*

Maniabilitatea*, conform "Dicþionarului Explicativ al Limbii Române" – ediţia 1984, este "calitatea de a putea fi uşor de mânuit" şi provine din franţuzescul "maniabilité" sau, conform [60], "capacitatea autovehiculului de a-şi menţine traiectoria de mers în linie dreaptă, atunci când nu se acţionează asupra mecanismului de direcţie, precum şi de a efectua relativ repede şi uşor, comenzile transmise prin organele de comandă".*

Manevrabilitatea*, conform aceluiaşi dicţionar, este "capacitatea unui vehicul sau a unui sistem tehnic de a putea fi manevrat" şi provine tot din francezã ("manoevrabilité") sau, conform [60], "capacitatea unui autovehicul de a putea fi manevrat, pe cale manuală sau automat, cu uşurinţă, indiferent de rapiditatea cu care se efectuează manevra".*

De aceea, draivabilitatea *este considerată, pe bună dreptate, un obiectiv major al calibrării vehiculelor şi, prin această lucrare, se va încerca o consacrare, pe deplin argumentată, a acestui termen, deja acceptat în limbajul tehnic de specialitate.*

Teoria calibrării vehiculelor *este considerată, încă, secret profesional şi componentă strategică majoră a dezvoltării noilor produse, mai ales că bazele acesteia au fost puse de specialiştii din domeniul aviaţiei militare. Conform acestei teorii şi în acord cu specificaţiile strategice ale constructorului, pentru fiecare nou proiect, este necesarã stabilirea unei* *metodologii proprii de calibrare și adoptarea celei mai potrivite aparaturi. În cazul autoturismelor, în mod special, cunoașterea acestei metodologii și a aparaturii aferente constituie o problemă-cheie de rezolvarea căreia va depinde, în mare măsură, succesul de piață al viitoarelor modele.*

Calibrarea autoturismelor din producția indigenă *este făcută, de regulă, fie în acord cu prevederile standardelor internaționale adiacente, fie în acord cu standardele specifice ale unor companii de prestigiu din domeniul industriei auto (Daewoo Motors, Renault, General Motors, Citroën etc.). În aceste condiții, se pune însă o întrebare firească: "Sunt oare aceste prevederi cele mai potrivite, din punct de vedere al calibrării, pentru condițiile de exploatare și de trafic din țara noastră?" Această lucrare își propune să dea un răspuns bine documentat, experimentat și argumentat la această întrebare, sugerând, totodată, și câteva direcții prioritare, demne de urmat, în ce privește strategia calibrării autoturismelor din producția indigenă.*

*Pentru abordarea acestei probleme, lucrarea a fost structurată în șase mari capitole, fundamentate pe un mare număr de referințe bibliografice și de rezultate ale încercărilor experimentale efectuate în cadrul Centrului Tehnic DWAR (DaeWoo Automobile România) de la Craiova, dar și la BTC (*Bupyong Technical Center*), în Coreea de Sud, și la WTC (*Worthing Technical Center*), în Anglia, toate aceste centre de cercetare-dezvoltare aflându-se sub tutela DWMC (*DaeWoo Motors Company*).*

Capitolul 1 (Considerații privind conceptul de calibrare a vehiculelor) *face o scurtă incursiune în istoricul noțiunii de "calibrare vehicul", argumentându-se, totodată, necesitatea folosirii acesteia și în limba română, ca termen de specialitate, neologism impus de tendințele actuale ale tehnicii automobilului pe plan mondial. După descrierea etimologică și definirea noțiunii de "calibrare vehicul", vizavi de stadiul actual al standardizării în domeniu, se continuă scurta introducere în teoria calibrării vehiculelor cu prezentarea succintă a sistemului calibrării vehiculelor și, în fine, cu evidențierea specificului calibrării vehiculelor din producția indigenă.*

Capitolul 2 (Stabilirea metodologiei specifice calibrãrii vehiculelor) *scoate în evidenþã procedura calibrãrii vehiculelor, atât în condiþii de laborator cât ºi în condiþii de drum, precum ºi câteva aspecte legate de strategia procesului de calibrare, cu referire expresã la componenta strategicã a calibrãrii autoturismelor din producþia indigenã.*

Capitolul 3 (Aparatura necesară calibrării vehiculelor) *este o scurtă trecere în revistă a aparaturii specifice procesului de calibrare a vehiculelor, aparatură utilizată și în cursul experimentelor efectuate cu ocazia finalizării acestei lucrări. Tot în cadrul acestui capitol sunt analizate și implicațiile nefaste pe care le are dotarea precară a laboratoarelor românești asupra calității autovehiculelor exploatate pe piața internă, în ce privește, desigur, calibrarea acestora.*

Capitolul 4 (Investigații privind calibrarea autoturismelor din producția indigenă) *urmărește, cu precădere, evaluarea, prin experiment, a influenței pe care o au factorii de mediu (geografici) și de exploatare, precum și cadrul legislativ românesc, asupra calibrării vehiculelor din producția indigenă. În acest scop s-au folosit, ca referință, autoturismele Cielo 1.5DOHC fabricate la DWAR Craiova, autoturisme performante dezvoltate în colaborare cu firme de prestigiu din întreaga lume (GM, MIRA, Porsche, WTC, BTC, Millbrook, Ricardo, Delphi, Siemens, Bosch etc.). Pentru aceasta, s-au folosit fie proceduri standard vizând activitatea de calibrare a vehiculelor (ECE-ONU, STAS, GM sau Daewoo), fie s-au dezvoltat proceduri specifice, așa precum se impune în cazul dezvoltării unui astfel de proiect.*

Capitolul 5 (Concluzii) *prezintã concluziile ce se desprind din aceastã lucrare, evidențiindu-se, cu precădere, noile posibilități de standardizare în domeniul calibrării vehiculelor, tendințele strategice privind calibrarea autoturismelor din producția indigenă și, desigur, alte aspecte importante vizând calibrarea vehiculelor.*

Capitolul 6 (Contribuții personale) *prezintă contribuțiile personale ale autorului, în ce privește elaborarea lucrării, contribuții vizând, în principal, teoretizarea procesului de calibrare a vehiculelor, particularitățile calibrării autoturismelor din producția indigenă și procedurile de testare specifice procesului de calibrarea vehiculelor.*

Prin documentarea și experimentele făcute de autor, s-a evidențiat faptul că, pentru calibrarea autoturismelor din producția indigenă, există anumite particularități de care este important să se țină seama, ele însemnând economii importante de combustibil, emisii mai reduse și, nu în ultimul rând, o mai bună satisfacere a nevoilor clienților, în acord cu condițiile de mediu, de trafic și de legislație, specific românești. În plus, se poate spune că, de acum, există și în România premisele unei noi discipline de specialitate: CALIBRAREA VEHICULELOR. Inginerii specializați în calibrarea vehiculelor *sunt, de mai mulți ani, o realitate de necontestat în țările puternic dezvoltate. Ei sunt bine cotați și greu de găsit, ceea ce ne face să credem că și în România această specialitate își va dobândi locul pe care îl merită în ierarhia profesiilor auto.*

Elaborarea acestei lucrări este rodul unei experiențe în domeniu de mai mulți ani, experiență dobândită de autor, atât ca automobilist pasionat de acest domeniu al noului, cât și ca șef al Centrului Tehnic DWAR, încă de la înființarea acestuia, în 1997. Această experiență a însemnat concretizarea a peste 10 proiecte majore care vizau activitatea de calibrare a vehiculelor Daewoo destinate atât pieței românești, cât și piețelor externe (China, Polonia, Egipt, Ungaria, Venezuela etc.). Ca urmare, începând din 1998, autorul a încercat, prin activitatea publicistică proprie, să aprofundeze și să popularizeze teoria calibrării vehiculelor, în special cu ocazia sesiunilor de comunicări științifice organizate sub egida SIAR.

Folosesc acest prilej pentru a-mi exprima mulțumirile, deosebitul respect și considerația față de conducătorul științific al acestei lucrări, Profesor doctor inginer **Gheorghe-Alexandru RADU** – decanul Facultății de Mecanică din Brașov, *care mi-a direcționat acțiunile cu claritate și competență, călăuzindu-mi pașii în permanență. Prin personalitate sa deosebită, prin sfaturile și recomandările sale profesioniste, de mare valoare, am reușit să-mi mobilizez toate resursele pentru a finaliza, într-un timp optim, această lucrare.*

Aduc mulțumiri, de asemenea, pentru sprijinul acordat în realizarea lucrării, tuturor cadrelor didactice din cadrul Catedrei de Autovehicule și Motoare a Universității Transilvania din Brașov, care au avut observații importante privitoare la definirea, structurarea și consolidarea teoriei calibrării vehiculelor, pe toată perioada susținerii, în cadrul catedrei, a referatelor de doctorand și, în fine, a prezentei teze de doctorat. Mulțumesc dascălilor mei, de la Universitatea din Pitești, care mi-au insuflat dragostea pentru investigarea universului automobilistic.

Desigur că, pentru experimentarea tuturor ipotezelor de studiu care au stat la baza acestei lucrări, m-am bucurat de sprijinul nemijlocit și profesionist al colegilor de la Centrul Tehnic DWAR, precum și de suportul total al conducerii DWAR, atât partea română cât și cea coreeană, fapt pentru care le mulțumesc. Fără sprijinul material și moral de care am beneficiat din partea S.C. Daewoo Automobile România, nu ar fi fost posibilă realizarea acestei lucrări.

Nu în ultimul rând, mulțumesc soției, pentru înțelegere și răbdare, iar copiilor mei, Sorin și Anda-Denisa, sper ca acest fapt să le fie exemplu de urmat în viață.

Aurică Ivașcu
Craiova, 2001

1. CONSIDERAȚII PRIVIND CONCEPTUL DE CALIBRARE A VEHICULELOR

Calibrarea, în contextul acestei lucrări, este un proces complex de reglare a parametrilor funcționali ai autovehiculului, prin intermediul ECM-ului, astfel încât acesta să răspundă corespunzător la comenzi, în acord cu obiectivele prioritare urmărite, obiective transpuse în specificațiile tehnice ale produsului. Responsabilitatea coordonării și realizării acestui proces revine, în totalitate, proiectantului, calibrarea fiind etapa finală a programelor de dezvoltare a noilor produse (autovehicule sau componente auto care pot afecta calibrarea).

1.1. Istoricul calibrării vehiculelor

Calibrarea vehiculului este un concept lansat, în 1981, de firma americană General Motors (GM), odată cu dezvoltarea primului sistem pentru controlul emisiilor, sistem numit *Computer Command Control* și considerat, astăzi, ca fiind generația OBD-I (*On Board Diagnostics generation I* – Diagnosticări la bord generația I). De aceea, adesea, prin *calibrare vehicul* se înțelege, în mod eronat, doar acțiunile corective ocazionate de optimizarea emisiilor. Termenul a fost preluat însă din domeniul aviației, acolo unde electronica de bord și-a făcut apariția cu mult timp înainte, atât din considerente de securitate a zborului cât și din necesitatea explorării spaþiului cosmic, în scopuri pașnice sau militare.

1.1.1. Definirea noțiunii de “calibrare vehicul”

Calibrarea, conform definițiilor de dicționar, are semnificații multiple; cea mai relevantă însă, pentru acest context, este următoarea definiție:

CALIBRARE - “Operație de comparare a unui aparat, traductor, element de măsură cu un etalon, pentru determinarea, ajustarea sau verificarea caracteristicii intrare-ieșire” (*Sursa*: ”Dicționar enciclopedic”, vol. 1, Editura Enciclopedică, București, 1993); proveniența indicată de aceeași sursă: franțuzescul *”calibrage”*, tradus în românește, de la caz la caz, prin *”calibrare”*, *”calibraj”*, *”etalonare”*, *”gradare”*, *”șablonare”* sau *”sortare”*.

Termenul *”calibrare”* are însă ca echivalent, în limba franceză modernă, neologismul *”calibration”*, preluat întocmai din limba engleză. Dintre definițiile englezești ale cuvântului *”calibration”*, cu semantica cea mai potrivită acestui context, se poate cita definiția NASA (*National Aeronautics and Space Administration*):

CALIBRARE – ”Setarea unui echipament, prin raportare la un standard de măsurare, astfel încât să producă, în mod consecvent, rezultate credibile” [110].

Calibrarea vehiculului (în engleză, *”vehicle calibration”*) este un concept definit de cunoscuta firmă anglo-americană Ricardo astfel:

CALIBRARE VEHICUL – ”Activitate de punere la punct a motorului și de particularizare a softului aferent astfel încât să fie îndeplinite anumite cerințe specifice, cum ar fi conformitatea emisiilor, performanțele, pornirea, răspunsul la comenzi și diagnosticarea defectelor” [212].

Se subînțelege din această definiție că, deși termenul englezesc consacrat este *vehicle calibration*, preluat ca atare și în românește, el este oarecum impropriu, dat fiind înțelesul mult prea general al cuvântului *vehicul*. Ca urmare, termenul corect, în engleză, ar trebui să fie *motor vehicle calibration* iar, în română, *calibrare autovehicul*. Se preferă însă, în ambele limbi, prima versiune (*vehicle calibration* și *calibrare vehicul*), fiind mai laconică și fără riscul de a crea confuzii pentru specialiști, termenul având totuși un înțeles pur tehnic. Prin urmare, în acord cu cele prezentate și făcând referire expresă la lexiconul Ricardo, termenul de *calibrare vehicul* poate fi definit astfel:

CALIBRARE VEHICUL – ”Activitate de cercetare-dezvoltare prin care se urmărește punerea la punct a motorului și particularizarea softului aferent astfel încât acesta să răspundă corespunzător la comenzi, în acord cu obiectivele prioritare urmărite, obiective transpuse într-un standard de calitate adecvat”, [52].

1.1.2. Etimologia termenului de “calibrare vehicul”

Calibrarea, așa precum s-a arătat, provine, etimologic, din franțuzescul *”calibrage”*, tradus în românește și în versiunea *”calibraj”*. De remarcat însă că atât ”Dicționarul explicativ al limbii române” (ediția 1984) cât și ”Dicționarul de neologisme” (ediția 1986) indică o sinonimie perfectă între cuvintele *”calibrare”* și *”calibraj”*, în timp ce în ”Dicționarul enciclopedic” (ediția 1993) cuvântul *”calibraj”* deja dispare, ieșind, se pare, din uz. Pe de altă parte, *”calibrage”* mai are, în franceză, alte două sinonime: *”etalonnage”* și *”tarage”*, românizate tot cu sufixul *”-are”* (*”etalonare”*, *”tarare”*), ceea ce justifică, odată în plus, varianta corectă: *”calibrare”*.

În afară de franceză și engleză, termenul *calibrare* are traduceri asemănătoare în majoritatea limbilor: *calibratura* (italiană), *Kalibrierung* (germană), *calibracion* (spaniolă), *kalibrovka* (rusă), *kalibrering* (norvegiană), *calibração* (portugheză), *kalibrace* (cehă) *kalibrowanie* (poloneză), *kalibráció* (maghiară) etc.

Tararea este un cuvânt cu substrat francofon mai profund (în franceză, *tarage*), cuvânt sinonim cu *calibrare* și *etalonare*. Cu toate acestea, cuvântul *tarare* nu se regăsește decât în dicționarele tehnice iar în domeniul auto se folosește, în general, în sintagma *tarare motor*.

În 1985, în lucrarea *”Automobilul de la A la Z”* [5], este definit pentru prima dată, într-un dicționar auto românesc, termenul de *tarare motor*, astfel:

TARARE A MOTORULUI - ”Toate operațiile ce duc la precizarea valorilor regimurilor principale ale motorului (puterile și turațiile la care acestea sunt dezvoltate), mai ales ale regimului puterii maxime (P_{emax}, n_P), regimului momentului motor maxim (M_{emax}, n_M) și regimului nominal (P_{en}, n_n) ”.

În 1988, în lucrarea *”Fișier auto-moto și de circulație rutieră”* [61], este reformulată definiția citată mai sus, într-o exprimare la fel de confuză, astfel:

TARAREA MOTORULUI - ”Activitate de natură experimentală, fie direct, fie folosind date ale experienței acumulate, care cuprinde toate operațiile ce duc la precizarea valorilor regimurilor principale ale motorului”.

Așadar, definițiile citate mai sus, deși cvasiidentice și destul de confuze, fac referire clară numai la *precizarea valorilor regimurilor principale ale motorului*, fără a aminti ceva de optimizarea acestora în funcție de conlucrarea cu celelalte sisteme ale automobilului (transmisie, aer condiționat, legătura cu solul etc.). Pe de altă parte, regimurile de funcționare la care se face referire în lucrările menționate sunt *regimul puterii maxime*, *regimul momentului motor maxim* și *regimul nominal,* considerate regimuri principale ale motorului. Totuși, în lucrarea [5] se vorbește, în același context, și despre necesitatea *retarării motorului*, necesitate ce apare în situația când un motor, deja tarat, este destinat să echipeze un alt vehicul. Atunci când retararea se face în detrimentul puterii maxime sau al altor performanţe funcţionale ale motorului, se spune că avem de-a face cu o *detarare*.

Concluzionând, se poate spune că utilizarea termenului de *calibrare vehicul*, în loc de *tarare motor*, *calibrare motor*, *calibrare grup motopropulsor*, *calibrare autovehicul, acordare motor* sau alte asemenea formulări este justificată din următoarele considerente:

- Cuvântul *calibrare* are un înţeles asemănător în majoritatea limbilor şi este singurul, din familia sa de sinonime (*calibraj*, *tarare*, *etalonare*, *acordare* etc.), care se foloseşte şi în sintagma *calibrare soft,* la care face aluzie definiţia Ricardo;
- Cuvântul *vehicul*, asociat cuvântului *calibrare*, face o trimitere clară şi concisă la înţelesul termenului rezultat (*calibrare vehicul*), deşi nu este greşită nici formularea explicită de *calibrare autovehicul*;
- *Calibrarea*, deşi se face asupra motorului şi a softului aferent, vizează totuşi performanţele automobilului în ansamblu (viteză, consum, emisii etc.); tocmai de aceea, după calibrarea pe stand a motorului, urmează calibrarea pe vehicul a acestuia pentru a-l acorda la transmisie, la masele în mişcare, la specificul legăturii cu solul şi, nu în ultimul rând, la condiţiile concrete de drum şi de mediu în care vehiculul va fi exploatat.

Acest ultim argument în favoarea utilizării termenului *calibrare vehicul,* în loc de *tarare motor* sau alte asemenea sintagme, va fi dezvoltat în continuare, evidenţiindu-se, cu precădere, necesitatea abordării ştiinţifice a acestui evolutiv domeniu de activitate, precum şi importanţa componentei sale strategice.

1.1.3. Stadiul standardizării în domeniul calibrării vehiculelor

Atât pe plan internaţional, cât şi pe plan naţional, standardizarea în domeniul calibrării vehiculelor acoperă, deocamdată, o arie destul de restrânsă. Mai mult chiar, nu există încă standarde internaţionale sau naţionale care să facă referire directă la noţiunea de *calibrare vehicul*. În cele ce urmează, vor fi prezentate, totuşi, câteva aspecte legate de standardizarea procesului de calibrare a vehiculelor.

1.1.3.1. Stadiul standardizării pe plan internaţional

Primele tendinţe clare de standardizare în domeniul calibrării vehiculelor au apărut, aşa cum era şi firesc, în SUA, odată cu apariţia generaţiei a II-a de sisteme de diagnosticare la bord (OBD II - *On Board Diagnostics generation II*), în 1996. S-au standardizat, cu această ocazie, conectorul DLC (*Data Link Conector*) cu 16 pini, conector folosit pentru diagnosticarea în service, precum şi codurile de defect din 5 digiţi.

În figura 1.1 este prezentată repartiţia standardizată a celor 16 pini aferenţi *conectorului OBD II*, iar amplasarea acestuia trebuie să fie localizată într-o zonă cu raza de 914.4 mm, faţă de amplasamentul şoferului, şi să nu necesite nici o sculă pentru a putea fi accesat.

Ca regulă generală, autoturismele şi autocamioanele GM (*General Motors*) utilizează produsele Chrysler realizate conform normei SAE J1850 VPW (*Variable Pulse Width modulation*), în timp ce toate vehiculele europene şi majoritatea vehiculelor asiatice utilizează standardul ISO 9141.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16

Pin 1 - Nealocat
Pin 2 - J1850 Magistrala +
Pin 3 - Nealocat
Pin 4 - Punere la masa şasiului
Pin 5 - Semnalul de punere la masă
Pin 6 - CAN (*Controller Area Network*) superior
Pin 7 - Linia K (ISO 9141-2)
Pin 8 - Nealocat
Pin 9 - Nealocat
Pin 10 - Magistrala J1850
Pin 11 - Nealocat
Pin 12 - Nealocat
Pin 13 - Nealocat
Pin 14 - CAN (*Controller Area Network*) inferior - J2284
Pin 15 - Linia L (ISO 9141-20)
Pin 16 - Plusul bateriei

Fig. 1.1. *Configuraţia standardizată a conectorului OBD II*

Unul dintre lucrurile care a facilitat aplicarea sistemului OBD II, în America, a fost apariţia prealabilă a standardelor SAE (*Society of Automotive Engineers* – Societatea Inginerilor de Automobile), standarde dintre care cele mai cunoscute, în rândul specialiştilor în domeniul calibrării vehiculelor, sunt:

J 1930 - Unificarea abrevierilor de termeni aferenţi celor mai importante componente ale sistemului pentru controlul emisiilor, abrevieri obligatorii pentru toţi constructorii de automobile care îşi vând produsele pe piaţa americană;

J 1962 - Standardizarea conectorului DLC (*Data Link Connector*) şi a amplasamentului acestuia, aşa precum se menţiona mai sus;

J 1979 - Standardizarea instrumentelor de scanare;

J 2190 - Standardizarea modurilor de testare ale diagnosticării EMS;

J 2012 - Standardizarea codurilor de defect;

J 1850 - Standardizarea protocolului (comunicările calculatorului cu dispozitivele de bord şi cu scanerul).

Standardizarea modurilor de testare, în vederea diagnosticării sistemului EMC (*Engine Management Control*), a fost creată, desigur, cu scopul unificării acestora pentru toţi constructorii de automobile. Aceasta înseamnă că indiferent de ce tip de vehicul este diagnosticat şi indiferent ce scaner este utilizat, vor fi necesare aceleaşi teste şi se vor utiliza aceleaşi coduri de defect, ceea ce simplifică enorm atât activitatea tehnicienilor din service cât şi pe cea a inginerilor de calibrare. Sunt standardizate 6 moduri de testare, după cum urmează:

Modul 1. Identificarea parametrilor; funcţia PID (PID - *Parameter IDentification*);

Modul 2. Accesarea datelor prin îngheţarea cadrelor; funcţia FFDA (FFDA - *Freeze Frame Data Acces*);

Modul 3. Recuperarea datelor DTC (*Diagnostic Trouble Code*) memorate;

Modul 4. Decodificarea informaţiilor primite de la PCM (*Powertrain Control Module*) privind diagnosticarea sistemul ECM (*Engine Control Management*);

Modul 5. Monitorizarea senzorilor de oxigen (O2S) pentru determinarea eficienţei convertorului catalitic;

Modul 6. Stadiul ieşirilor; funcţia OSM (OSM - *Output State Mode*).

Standardul J 2012 mandatează un sistem de codificare alfanumerică a defectelor utilizând 5 digiţi, structuraţi ca în figura 1.2.

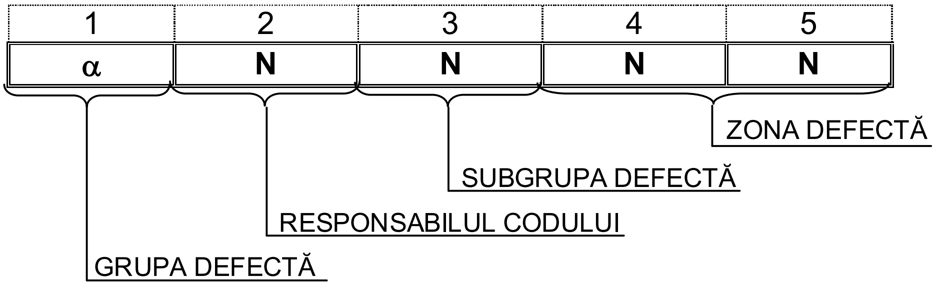


Fig. 1.2. *Structurarea codului de defect*

Digitul 1 este un caracter alfa care indică grupa organologică defectă, astfel:

P (*Powertrain*) - Grupul motopropulsor;
B (*Body*) - Caroserie;
C (*Chassis*) - Legătura cu solul.

Digitul 2 este un caracter numeric care indică ce instituţie este responsabilă pentru definirea codului respectiv de defect, astfel:

0 - Responsabil este SAE;
1 - Responsabil este constructorul.

Digitul 3 este, de asemenea, un caracter numeric care permite identificarea subgrupei defecte, după cum urmează:

0 - Sistemul EMC (*Engine Management Control*);
1 şi **2** - Controlul combustibilului sau al aerului;
3 - Controlul sistemului de aprindere;
4 - Controlul auxiliar al emisiilor;
5 - Controlul vitezei sau al ralantiului;
6 - PCM -ul cu intrările şi ieşirile sale;
7 - Transmisia;
8 - Defect non-EEC (*Electronic Engine Control*).

Digiţii 4 şi 5 sunt tot caractere numerice care permit localizarea zonei sau chiar a componentei defecte din cadrul subgrupei indicate.

Exemplu: Codul de defect P0308 indică o problemă apărută la grupul motopropulsor (P), care este consfinţită de SAE (0), priveşte controlul sistemului de aprindere (3) şi a fost detectată la cilindrul numărul opt (08).

În mai 1993, industria auto germană a fondat proiectul OSEK (*Sisteme deschise şi interfeţe aferente pentru electronica auto*), proiect la care, în 1994, au aderat şi cunoscutele firme franţuzeşti PSA şi Renault, prin introducerea proiectului VDX (*Administrarea distribuirii vehiculelor*), care este un proiect asemănător al industriei auto franţuzeşti. Motivaţia acestor proiecte s-a bazat pe cheltuielile ridicate şi repetate ocazionate de dezvoltarea şi gestionarea diversă a softurilor auto. S-a rezolvat astfel incompatibilitatea controlului ECU produs de diverşi fabricanţi şi utilizând diferite interfeţe şi protocoale.

1.1.3.2. Stadiul standardizării pe plan naţional

În România, practic, la ora actuală, nu sunt reglementări clare în ce priveşte calibrarea autovehiculelor, standardele elaborate de *Institutul Român de Standardizare* (actual, *Asociaţia de Standardizare din ROmânia*) fiind destul de sărace şi anacronice, chiar şi atunci când fac referire indirectă la domenii de activitate înrudite, aşa precum rezultă dintr-o analiză la zi a acestora, analiză prezentată în tabelul 1.1 [47].

Pentru domeniul calibrării autovehiculelor, important ar fi de standardizat, desigur, condiţiile tipice de exploatare din ţara noastră, înţelegând prin aceasta atât condiţiile de drum şi de climat cât şi maniera de conducere, principalele destinaţii ale vehiculelor, precum şi particularităţile combustibililor disponibili în reţeaua de distribuţie. De aceea, printre altele, această lucrare îşi propune să se ocupe şi de acest aspect, dovedind, prin experiment, necesitatea particularizării, prin standardizare, a condiţiilor de calibrare a vehiculelor destinate pieţei româneşti.

Tabelul 1.1. *Principalele standarde româneşti vizând calibrarea autovehiculelor*

Nr. STAS	Denumirea	Prescripţii	Observaţii
STAS 10680-89	Autovehicule. Puterea brută a motoarelor. Metode de încercare pe banc	Standardul se referă la metoda de determinare, pe stand, a puterii brute a motoarelor auto	Faţă de STAS 10206-90, diferă nivelul de echipare a motorului (mai sumar, în cazul puterii brute)
		Pentru MAS-uri, combustibilul standard indicat este numai benzina cu plumb (CEC RF-01-A-80)	Practic, actual, pentru MAS-uri singurul combustibil lichid acceptat este benzina fără plumb (CEC RF-08-A-8E)
		Standardul se referă numai la motoarele auto alimentate cu combustibili lichizi	Actual, se tinde spre o extindere a standardizării şi asupra motoarelor alimentate cu combustibili gazoşi (LPG, CNG etc.)
STAS 12880-90	Motoare cu ardere internă cu piston. Metodă de măsurare a nivelului de zgomot	Standardul se referă la toate tipurile de motoare cu ardere internă, nu are încă un echivalent în legislaţia internaţională şi nu face nici o referire la destinaţia testelor efectuate	Având în vedere că, din punct de vedere al omologării de tip, prezintă interes numai determinarea zgomotului exterior şi interior al autovehiculului, acest standard ar trebui să facă referire la etapa de dezvoltare a motorului
STAS 6926/1-90	Vehicule rutiere. Metode de încercare. Prescripţii generale	Standardul face referire la încercările obligatorii, în România, pentru toate categoriile de vehicule, cu ocazia omologării de tip	Necesită fie o revizuire completă, fie anularea, venind în contradicţie cu multe din procedurile de încercare utilizate de RAR
		Sunt enumerate caracteristicile tehnice ale vehiculelor, obligatoriu de declarat, în vederea omologării de tip	Nu se are în vedere declararea caracteristicilor tehnice ale sistemului de comandă şi control al motorului
SR ISO 1585-98	Vehicule rutiere. Cod de încercarea a motoarelor. Putere netă	Standardul este declarat ca fiind identic cu ISO 1585:1992	Omologarea de tip, în România, se face însă conform Regulamentului ECE-ONU nr. 85-1990
		Puterea netă determinată nu trebuie să fie mai mică de 98% din puterea maximă declarată	Conform R 85-90, abaterea admisă faţă de puterea maximă declarată este ±2%.
		Motoarele Diesel supraalimentate, au factorul de corecţie a puterii calculat pentru două ipostaze: cu sau fără răcire aer de la instalaţia de răcire a motorului.	Pentru motoarele Diesel supraalimentate, factorul de corecţie a puterii are o singură formulă de calcul.

Tabelul 1.1. *(continuare)*

Nr. STAS	Denumirea	Prescripţii	Observaţii
STAS 6926/10-82	Vehicule rutiere. Metode de încercare. Măsurarea consumului de combustibil	Standardul se referă la metodele de măsurare a consumului de combustibil pentru automobile, cu ocazia încercărilor de tip	Nu există un standard internaţional echivalent
		Vehiculul supus încercării trebuie să corespundă cu STAS 11369-79 din punct de vedere al emisiilor	Standardul la care se face referire este de mult timp depăşit
		Determinarea consumului de combustibil se face în două ipostaze: **urban** (prin simularea ciclului de rulare ECE, pe standul dinamometric cu rulouri) şi **la viteză constantă** (90 km/h sau 120 km/h, în funcţie de viteza maximă nominală, pe traseu)	Actual, pentru autoturisme, cu ocazia omologării de tip, se indică, de regulă, următoarele consumuri: **urban** (utilizând ciclul de rulare ECE), **extraurban** (ciclul EUDC) şi **mixt** (ciclul ECE + EUDC)
		Măsurarea se face, de regulă, cu un dispozitiv de măsurare volumetrică a consumului de combustibil	Măsurarea se face, analitic, cu ajutorul analizorului de gaze al standului dinamometric cu rulouri
		Standardul se referă numai la automobilele alimentate cu combustibili lichizi, consumul fiind exprimat în l/100 km.	Nu există încă un cadru legislativ, în ce priveşte consumul automobilelor alimentate cu combustibili gazoşi (LPG, CNG etc.)
STAS 11369/1-88	Vehicule rutiere. Determinarea emisiilor poluante. Limitele admise şi metode de încercare pentru vehicule cu masa până la 3500 kg	Standardul este în conformitate cu Regulamentul ECE-ONU nr. 15.04/1984 şi se referă atât la MAS-uri cât şi la MAC-uri, fără diferenţieri majore, alimentarea lor făcându-se numai cu combustibili lichizi (clasici)	Actual, în România, este în vigoare Regulamentul ECE-ONU nr. 83.03/1996 (EC 96 = Euro II) şi se referă, în mod diferenţiat, la MAS-uri şi MAC-uri, alimentarea lor făcându-se atât cu combustibili lichizi cât şi cu combustibili gazoşi
		Ciclul de încercare: ECE (ciclu urban)	Ciclu de încercare: ECE + EUDC (*Extra Urban Driving Cycle*)
		Combustibil utilizat: Benzină cu plumb	Combustibil utilizat: Benzină fără plumb
		Limite admise pentru noxe cu ocazia testelor de omologare (şi la serie): CO = 58 ... 110 **g/test** (70 ... 132 g/test), în funcţie de masa de referinţă a autovehiculului; HC + NO_x = 19 ... 28 **g/test** (23,8 ... 35 g/test), în funcţie de masa de referinţă a autovehiculului	Limite admise pentru noxe cu ocazia testelor de omologare şi la serie: CO = max. 2,2 ... 5,0 **g/km**, în funcţie de masa de referinţă a autovehiculului; HC + NO_x = 0,5 ... 0,7 **g/km**, în funcţie de masa de referinţă a autovehiculului
		Tipuri de încercări: I, II şi III (I – Verificarea gazelor de eşapament după pornirea cu motorul rece; II – Verificarea emisiilor de CO la ralanti; III – Verificarea emisiilor din gazele de carter)	Tipuri de încercări: I, II, III, IV şi V (tipurile I, II şi III – v. R15.04; IV – Verificarea emisiilor evaporative; V – Verificarea durabilităţii dispozitivelor pentru controlul poluţiei)

1.2. Considerații privind sistemul calibrării vehiculelor

Atunci când se dezvoltă un nou motor, principalele etape ale procesului de calibrare sunt, de regulă, cele prezentate în figura 1.3. În majoritatea cazurilor însă, cunoscute fiind performanțele prioritare, calibrarea vehiculelor se face urmând procedura simplificată, care presupune testarea motorului direct pe vehicul și optimizarea, în consecință, a parametrilor de lucru ai ECM-ului.

Procedura completă a procesului de calibrare a vehiculelor, prin prisma costurilor specifice mai mari și a timpului de dezvoltare mai lung, este recomandată doar în situațiile ce necesită, obligatoriu, cartografierea motorului, cum ar fi:

- Când se dezvoltă un motor complet nou;
- Când se modifică parametrii de bază ai mecanismului motor (cilindree, raport de compresie, cursă piston etc.);
- Când se modifică legea mecanismului de distribuție;
- Când se modifică substanțial parametrii schimbului de gaze;
- Când se adoptă o nouă arhitectură EMS;

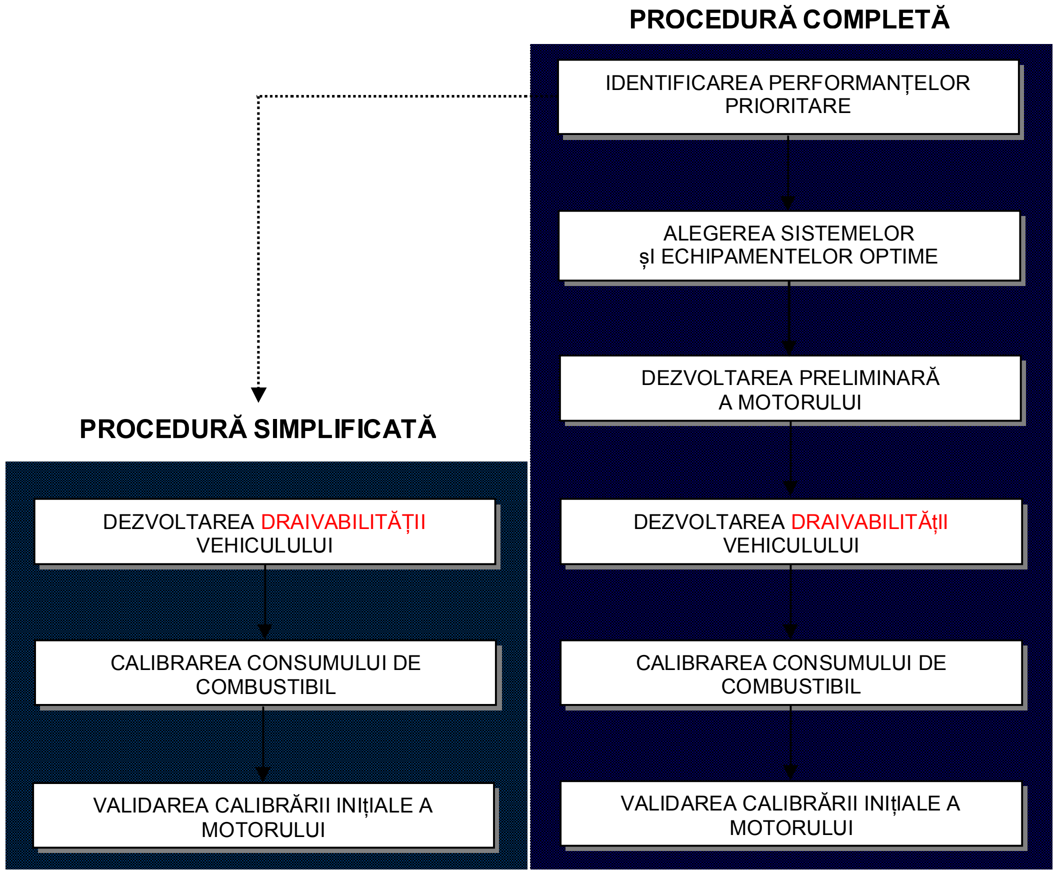

PROCEDURĂ COMPLETĂ
IDENTIFICAREA PERFORMANȚELOR PRIORITARE
ALEGEREA SISTEMELOR șI ECHIPAMENTELOR OPTIME
DEZVOLTAREA PRELIMINARĂ A MOTORULUI
DEZVOLTAREA DRAIVABILITĂțII VEHICULULUI
CALIBRAREA CONSUMULUI DE COMBUSTIBIL
VALIDAREA CALIBRĂRII INIțIALE A MOTORULUI
PROCEDURĂ SIMPLIFICATĂ
DEZVOLTAREA DRAIVABILITĂȚII VEHICULULUI
CALIBRAREA CONSUMULUI DE COMBUSTIBIL
VALIDAREA CALIBRĂRII INIțIALE A MOTORULUI

Fig. 1.3. *Schema de principiu a procesului de calibrare a vehiculelor*

- Când se modifică în mod semnificativ sistemul de alimentare;
- Când sunt afectate considerabil caracteristicile sistemului de aprindere.

Procedura simplificată a procesului de calibrare a vehiculelor, în schimb, este recomandată în următoarele situaţii:

- Când se modifică în mod semnificativ condiţiile tipice de exploatare (ambient, drum, trafic etc.);
- Când se foloseşte un combustibil cu caracteristici complet diferite de cele ale combustibilului utilizat pentru calibrarea iniţială (cifră octanică, curbă de distilare, conţinut de sulf etc.);
- Când se fac modificări minore ale arhitecturii EMS (funcţii, senzori, actuatori, soft, componente electronice diverse etc.);
- Când se schimbă furnizorul unor componente vitale ale sistemelor de alimentare sau de aprindere (rampă de injecţie, pompă de alimentare, bujii, ruptor-distribuitor etc.);
- Când se adoptă o altă etajare a cutiei de viteze sau o transmisie nouă;
- Când masa vehiculului propulsat se modifică în mod substanţial;
- Când se fac modificări majore ale legăturii cu solul (ABS, rază rulare etc.).

Avantajele procedurii simplificate sunt evidente (costuri şi timp de dezvoltare reduse) şi, de aceea, aplicabilitatea procedurii complete, chiar dacă este mai relevantă, nu se face decât în situaţiile menţionate mai sus, situaţii care ar putea atrage modificări ale performanţelor motorului (putere, cuplu şi consum specific de combustibil) mai mari decât este abaterea maximă permisă de Regulamentul ECE-ONU nr. 85-90 şi SR ISO 1585-1992 (pentru n_P şi n_T, abaterea admisă faţă de valorile deja declarate este $\pm 2\%$).

În cele ce urmează vor fi detaliate, din punct de vedere al metodologiei şi al aparaturii necesare, fiecare etapă a procesului de calibrare vehicul, cu referire expresă, atunci când va fi cazul, la procedura (*completă* sau *simplificată*) căreia îi este specifică etapa respectivă, având în vedere că experimentările ce au făcut obiectul acestei lucrări au decurs, în bună parte, conform procedurii simplificate.

1.2.1. Identificarea performanţelor prioritare ale vehiculului

Identificarea performanţelor prioritare ale vehiculului, deşi pare o etapă lipsită de importanţă a procesului de calibrare, ea implică totuşi o metodologie destul de delicată, chiar dacă nu necesită o aparatură specifică. Această metodologie presupune, pe de o parte, studierea cerinţelor regulamentare şi a condiţiilor de exploatare şi, pe de altă parte, studierea exigenţelor potenţialilor clienţi. Instrumentele utilizate în acest scop sunt, de regulă, instrumente specifice marketingului, deci şi metodologii adecvate acestui domeniu al prospectării pieţei.

Actualele sisteme de gestionare a motorului (EMS – *Engine Management System*) pot avea, uşor, peste 300 de caracteristici sau funcţii, peste 100 de cartograme 3D şi 10.000 ... 20.000 de parametri supuşi procesului de calibrare. Deci posibilităţile de particularizare a unui anume soft sau ECM (*Engine Control Module*), în funcţie de performanţele prioritare, sunt multiple şi ţin, în general, de abilitatea specialistului în calibrarea vehiculului. Aşadar, despre o metodologie standard, în acest sens, nu poate fi vorba, dar acţiunile procesului de calibrare pot fi direcţionate, totuşi, în acord cu anumite tendinţe ale pieţei sau cu particularităţile unei anumite tradiţii în domeniu.

1.2.1.1. Cerinţe regulamentare

Omologarea vehiculelor. Procesul de calibrare a vehiculelor trebuie să răspundă, obligatoriu, la cerinţele legale specifice activităţii de omologare, altfel vehiculul respectiv nu va putea fi comercializat pe o anumită piaţă sau într-o anumită ţară. *Omologarea* sau *certificarea* demonstrează că vehiculele corespund prescripţiilor legale care le condiţionează comercializarea. În Europa se foloseşte, unanim, conceptul de *omologare* iar legislaţia are un caracter *statutar* (Parlamentul face legile şi Guvernul face regulamentele). În America, însă, se utilizează termenul de *certificare* iar legislaţia are un caracter *nestatutar* (Tribunalul face legea).

O caracteristică a procesului de omologare o reprezintă conceptul *legal mind* (gândire juridică) sau *negative mind* (gândire negativă), care presupune un dialog continuu între departamentul de proiectare (inclusiv compartimentul *calibrare vehicul*) şi departamentul omologări, dialog caracterizat printr-o alternanţă DA-NU foarte frecventă.

Clasificarea regulamentelor. În funcţie de domeniul de aplicare, cerinţele regulamentare pot fi:

- Cerinţe referitoare la drumuri (*road acts*), prin care sunt prescrise lăţimea drumurilor, înălţimea bordurii (care trebuie să fie mai mică decât garda la sol a vehiculelor), panta/rampa maximă, raza minimă de curbură etc.;
- Cerinţe referitoare la traficul rutier (*road traffic acts*), prin care sunt prescrise poziţia postului de conducere (stânga sau dreapta), obligativitatea aprinderii plafonierei seara, viteza minimă de deplasare etc.;
- Cerinţe referitoare la admiterea în circulaţie a autovehiculelor (*motor vehicle control acts*), prin care sunt prescrise procedura de înmatriculare, inspecţiile tehnice, autorizarea vehiculelor cu destinaţie specială etc.;
- Cerinţe referitoare la autovehicule (*motor vehicle regulations*), prin care sunt prescrise nivelul emisiilor poluante, consumul de combustibil, securitatea activă şi pasivă etc. şi sunt emise, în general, de organisme guvernamentale. De exemplu, în SUA: pentru securitatea activă şi pasivă, Ministerul Transporturilor (MOT – *Ministry Of Transportations*); pentru emisii poluante şi zgomot, Ministerul Mediului (prin Agenţia pentru Protecţia Mediului, EPA – *Environmental Protection Agency*); pentru consumul de combustibil – Ministerul Resurselor şi Energiei; în România, cerinţele legale referitoare la autovehicule sunt instituite, de regulă, prin RAR (Registrul Auto Român), organism guvernamental subordonat Ministerului Transporturilor.

Caracteristici geografice. Liniile directoare privind cerinţele regulamentare în domeniul auto sunt dictate, în general, de statele şi comunităţile de state cu cea mai mare pondere în producţia mondială de autovehicule, adică SUA, Japonia şi Europa, care reprezintă circa 75% din parcul auto mondial. Pe de altă parte însă, din circa 200 de ţări care aplică prevederi regulamentare referitoare la omologarea autovehiculelor, peste 100 au propriile lor reglementări, iar circa 60 au propriile lor proceduri de omologare. În Coreea de Sud, procedurile de omologare sunt preluate după cele japoneze iar regulamentele sunt 10% adoptate după cele europene şi 90% după cele americane. În Asia, în general, 80% din proceduri şi regulamente sunt adoptate după cele europene; în Australia, 50% după SUA, 50% după Europa; în Africa, conform procedurilor şi reglementărilor europene; în America de Sud, proceduri conform SUA şi regulamente europene. În România, activitatea de omologare a autovehiculelor decurge conform procedurilor şi reglementărilor europene cu mici amendamente, nesemnificative, care nu contravin acestora.

Regulamente auto. *Regulamentele ECE-ONU* (Geneva) au un caracter opţional. Astfel, dacă o ţară are propriul ei regulament referitor la un anumit aspect, nu este obligată să îl folosească pe cel ECE-ONU omolog. De exemplu, în Rusia se cere măsurarea nivelului de zgomot în habitaclu cu ventilatorul de climatizare în funcțiune. *Directivele EEC* (Bruxelles) sunt obligatorii pentru țările membre ale Pieței Comune (EEC). *Regulamentele proprii*, naționale sau regionale sunt, de asemenea, obligatorii pentru țările respective. Astfel, de exemplu, Germania impune condiții deosebit de dure producătorilor de *airbag*-uri.

Lanțul de valori (*Value chain*). În cazul producției de automobile, lanțul de valori are, în general, structura prezentată în figura 1.4, iar în figura 1.5 este evidențiată integrarea procesului de omologare în acest lanț, ca departament al Centrului Tehnic, instituție responsabilă cu cercetarea și dezvoltarea noilor produse.

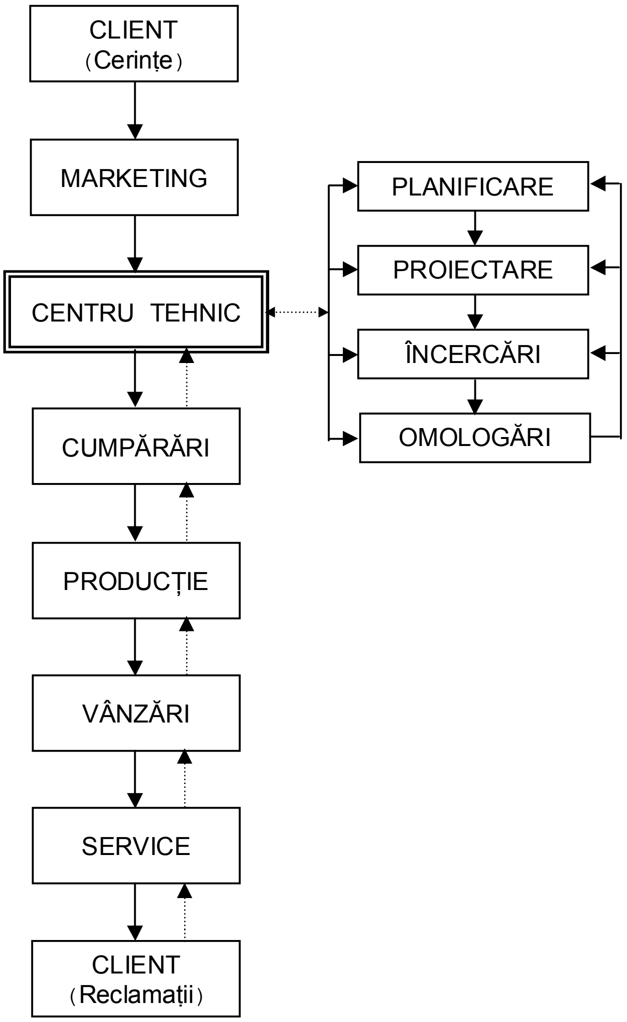

CLIENT
(Cerințe)
MARKETING
CENTRU TEHNIC
CUMPĂRĂRI
PRODUCȚIE
VÂNZĂRI
SERVICE
CLIENT
(Reclamații)
PLANIFICARE
PROIECTARE
ÎNCERCĂRI
OMOLOGĂRI

Fig. 1.4. *Lanțul de valori specific industriei auto*

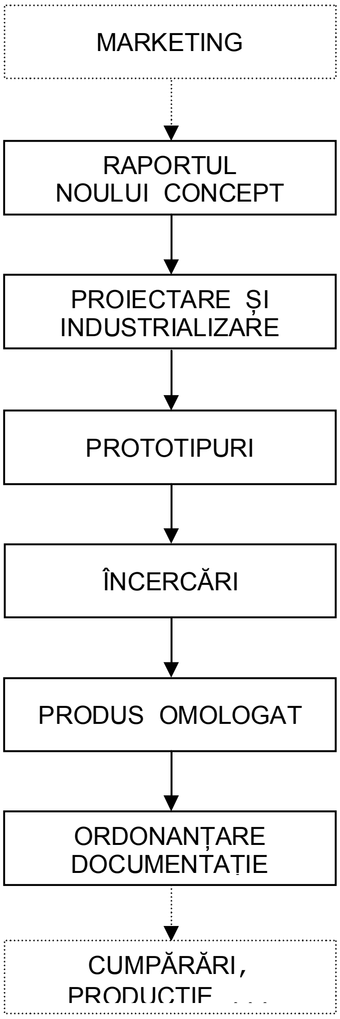

MARKETING
RAPORTUL NOULUI CONCEPT
PROIECTARE ȘI INDUSTRIALIZARE
PROTOTIPURI
ÎNCERCĂRI
PRODUS OMOLOGAT
ORDONANȚARE DOCUMENTAȚIE
CUMPĂRĂRI, PRODUCȚIE . . .

Fig. 1.5. *Integrarea funcțiilor Centrului Tehnic în lanțul de valori*

Din analiza celor două figuri, se poate concluziona, că metodologia de calibrare a vehiculelor, în ce privește cerințele regulamentare, are următoarele particularități, valabile și în cazul autoturismelor din producția indigenă:

- Cerințele clienților trebuie să se regăsească în noul produs, iar reclamațiile acestora trebuie să fie cât mai puține; procesul de calibrare poate constitui, cu siguranță, o reușită sau un eșec, în funcție de modul în care se ține seama sau nu de acest aspect;
- Colaborarea departamentului de omologări, în cadrul Centrului Tehnic aferent unui anume producător de automobile, trebuie să fie continuă și la toate nivelele de dezvoltare a noului produs: planificare, proiectare și testare; calibrarea vehiculului, încadrându-se în ultimul nivel de dezvoltare a noului produs, nu este neapărat și o rezultantă a pașilor premergători - ea este un proces de sine stătător ce trebuie elaborat cu multă iscusință;
- Raportul departamentului de planificare privind demararea unui nou proiect conține, în principal, trei categorii de informații: *marketing*, *regulamente* și *design*, informații de care se va ține seama, obligatoriu, și în timpul procesului de calibrare a noului vehicul;
- Rolul Centrului Tehnic este unul determinant în politica de cercetare și dezvoltare a noilor produse; ca urmare, calibrarea vehiculului, ca etapă tranzitorie, de la prototip la produsul vandabil, nu poate fi desăvârșită decât într-un asemenea cadru decizional.

Cerințele regulamentare evoluând continuu, se impune, obligatoriu, o prospectare, în avans, a acestor tendințe și, în acord cu acestea, găsirea unor algoritmi corespunzători de gestionare a motoarelor auto.

1.2.1.2. Condiții de exploatare

Ținând seama de faptul că numărul factorilor ce depind de condițiile de exploatare a autovehiculelor este destul de mare, iar în unele situații interacționarea lor este imprevizibilă, se impune ca metodologia adoptată pentru calibrarea autoturismelor să fie cea mai favorabilă. În acest context, se poate spune că identificarea acestora este esențială în definirea parametrilor de intrare și a algoritmilor EMS.

În cazul calibrării vehiculelor, se poate vorbi de două categorii majore de factori ce țin cont de condițiile de exploatare:

1. Factori care vizează *calitatea materialelor de exploatare*, înțelegând prin acestea: benzina, uleiul motor, antigelul etc.;
2. Factori care vizează *specificul condițiilor de exploatare*, înțelegând prin acesta: condițiile de drum și de trafic, factorii climaterici, regimul de exploatare, calitatea șofajului, întreținerii și reparației autovehiculului.

Adoptarea materialelor de exploatare trebuie să corespundă particularităților constructive și funcționale ale autovehiculelor și să fie în acord cu principalele criterii de performanță deja stabilite: emisii, consum, pornire la rece, putere, cuplu etc., fără a se compromite, în nici un caz, fiabilitatea motorului.

Stabilirea specificului condițiilor de exploatare are o deosebită importanță pentru procesul de calibrare a vehiculelor, știut fiind că, din ciclul duratei de viață a unui automobil, faza cea mai lungă, și care este, de fapt, chiar obiectul tuturor acțiunilor întreprinse în etapele anterioare, este perioada utilizării produsului în exploatare, când trebuie realizate obiectivele propuse, la parametrii prevăzuți din proiectare, cu indici de fiabilitate ridicați.

În funcție de complexitatea softului adoptat, numărul parametrilor ce țin seama de specificul condițiilor de exploatare diferă de la caz la caz. Dintre aceștia, *presiunea* și *temperatura aerului de admisie*, precum și *temperatura lichidului de răcire* sunt parametri EMS unanim adoptați de majoritatea sistemelor moderne de gestionare a motoarelor auto. Metodologia de adoptare a acestor parametri se bazează pe studii experimentale și pe date statistice, selectate și prelucrate corespunzător.

1.2.1.3. Exigenţele potenţialilor clienţi

Principalele criterii de apreciere a unui autovehicul sunt, în general, următoarele: *economie*, *fiabilitate*, *valenţă*, *prestanţă*, *confort*, *siguranţă* şi *design*. Ponderea fiecărui criteriu, în aprecierea unui vehicul, depinde însă de clientela căreia i se adresează, de imaginea de marcă, de reclamă, de succesul de piaţă şi de o serie de alţi factori aleatori, greu de evaluat. În procesul de calibrare a autovehiculului, pentru fiecare din criteriile enumerate mai sus, trebuie identificate *performanţele prioritare*, performanţe uşor perceptibile, optimizabile şi, în general, măsurabile sau calculabile [47].

Ecuaţia succesului de piaţă este o reflectare a ponderii celor şapte criterii în evaluarea unui vehicul, aşa cum le va percepe viitorul client. Astfel, se poate scrie:

$$e(E) + f(F) + v(V) + p(P) + c(C) + s(S) + d(D) = 100\ [\%], \tag{1.1}$$

unde: $e(E)$ este ponderea criteriului de *economie*, în %;
$f(F)$ – ponderea criteriului de *fiabilitate*, în %;
$v(V)$ – ponderea criteriului de *valenţă*, în %;
$p(P)$ – ponderea criteriului de *prestanţă*, în %;
$c(C)$ – ponderea criteriului de *confort*, în %;
$s(S)$ – ponderea criteriului de *securitate*, în %;
$d(D)$ – ponderea criteriului de *design*, în %.

Stabilirea acestei relaţii de interdependenţă este, desigur, o problemă de marketig şi se bazează, în toate cazurile, pe sondaje de opinie, sondaje care trebuie să fie bine orientate şi interpretate profesional.

Deoarece, prin definiţie, orice autovehicul este destinat deplasării pe drumurile publice, el trebuie să corespundă, înainte de toate, cerinţelor legale în vigoare, naţionale şi internaţionale, astfel încât să poată fi admis în circulaţie. Deşi deosebit de importante, cerinţele regulamentare sunt asociate, direct sau indirect, criteriului de securitate, ele fiind oricum obligatorii pentru toţi constructorii de automobile. Exigenţele potenţialilor clienţi, deci, pot fi grupate, şi din punct de vedere al calibrării, în funcţie de cele şapte criterii de apreciere, astfel:

1. Economia se referă, desigur, cu precădere, la consumul de combustibil, dar, în acelaşi timp, şi la cheltuielile ocazionate de cumpărarea, întreţinerea şi repararea vehiculului. Parametrii INPUT de definire ai arhitecturii EMS, în acest caz, sunt, în general, următorii: raportul aer / combustibil (λ), turaţia motorului, sarcina (deschiderea clapetei de acceleraţie), avansul la aprindere etc.;

2. Fiabilitatea motorului, în special, şi a vehiculului, în general, poate fi particularizată prin următorii parametri EMS: turaţia motorului, sarcina, temperatura lichidului de răcire, avansul la aprindere etc.;

3. Valenţa unui autovehicul se referă, în general, la specificul sarcinii utile şi, în cazul calibrării, poate fi particularizată prin următorii parametri: temperatura şi presiunea mediului înconjurător, altitudinea, poziţia clapetei de acceleraţie etc.;

4. Prestanţa unui autovehicul se referă, în principal, la puterea şi cuplul motorului şi poate fi particularizată, în general, prin următorii parametri: turaţia motorului, sarcina (deschiderea clapetei de acceleraţie), avansul la aprindere, semnalul senzorului de oxigen etc.;

5. *Confortul,* din punct de vedere al calibrării, poate fi controlat, de regulă, prin turaţia motorului şi prin starea de cuplare a sistemului de aer condiţionat;

6. Siguranţa în funcţionare a motorului, precum şi a vehiculului, este controlată, în general, prin turaţia motorului şi prin deschiderea clapetei de acceleraţie (sarcină);

7. Designul, după cum se știe, este, deocamdată, singurul criteriu de apreciere a unui vehicul pentru care nu există performanțe pretabile procesului de calibrare, deci nici parametri EMS aferenți.

Așadar, în ce privește procesul de calibrare, dintre toate aceste exigențe și criterii de apreciere, numai unele prezintă interes și anume acelea care pot fi puse în corelație, direct sau indirect, cu ECM-ul. Există, de aceea, o preocupare firească a specialiștilor din domeniul calibrării de a găsi noi echivalențe sau performanțe, astfel încât fiecare din criteriile amintite mai sus să poată fi regăsite, mai mult sau mai puțin, în prioritățile procesului de calibrare.

Ca exemplu, potrivit unui sondaj de opinie efectuat în rândul unor specialiști cu preocupări diverse în domeniul automobilului, ecuația succesului de piață în România, pentru un autoturism, la ora actuală, este următoarea:

$$e(43) + f(19) + v(6) + p(7) + c(7) + s(10) + d(8) = 100\ [\%]. \qquad (1.2)$$

Această ecuație, din punct de vedere al calibrării, are următoarea soluție:

- ***E**conomia* va fi criteriul prioritar absolut (43%);
- ***F**iabilitatea* se află pe locul doi ca prioritate (19%) și nu va suporta compromisuri decât în favoarea economiei;
- ***S**iguranța*, deși vizează direct viața omului, se află, abia pe locul trei (10%), deci poate suporta compromisuri până la limita satisfacerii cerințelor legale;
- ***D**esignul* (8%), deși fără implicații directe în procesul de calibrare, atunci când vorbim de stilul interior, nu trebuie neglijată nicicum influența hotărâtoare a acestuia asupra confortului, prestanței și valenței;
- ***C**onfortul* are aceeași pondere ca prestanța (7%);
- ***P**restanța*, cu 7% pondere, se situează, surprinzător, abia pe penultimul loc în preferințele românilor, pe același loc cu confortul;
- ***V**alența* (6%), tot surprinzător, se situează pe ultimul loc, deci poate fi sacrificată în favoarea oricărui alt criteriu.

Strategia actuală de dezvoltare a sistemelor de gestionare a motorului (EMS) vizează, totuși, mai presus de orice, trei obiective majore: *economia* (de carburant), ***emisiile*** (poluante) și *draivabilitatea*. De aceea, aceste obiective trebuie să se regăsească, în mai mare sau mai mică măsură, în fiecare din cele șapte criterii ale succesului de piață. Sarcina de identificare și aplicare a soluțiilor tehnice vizând armonizarea acestui deziderat revine, pe de o parte, proiectantului și, pe de altă parte, inginerului specialist în calibrarea vehiculului.

1.2.2. Alegerea sistemelor și echipamentelor optime ale motorului

Odată stabilite performanțele prioritare ale autovehiculului, se pune problema alegerii sistemelor auxiliare optime ale motorului. Astfel, sunt avute în vedere acțiuni corective, premergătoare calibrării, pentru majoritatea sistemelor motorului, așa cum se va arăta în capitolele următoare. Desigur că această etapă se referă numai la procedura completă de calibrare a vehiculelor (v. fig. 1.3).

1.2.2.1. Optimizarea sistemelor auxiliare ale motorului

De menționat că, în toate cazurile, calibrarea nu afectează motorul de bază, ci numai echiparea acestuia. Astfel:

1. *Sistemul de admisie a aerului* presupune, următoarele acțiuni pregătitoare:

- Definirea colectorului de admisie, ca soluție constructivă, material, traiect și diametru interior al conductelor;
- Adoptarea filtrului de aer, ca tipodimensiune și amplasament;
- Stabilirea amplasamentului prizei de aer a sistemului de admisie;
- Optimizarea dimensiunii clapetei de accelerație și a plajei de lucru a acesteia;
- Evaluarea necesității amortizorului de rezonanță pentru admisie și, dacă este cazul, optimizarea acestuia, ca eficiență și rezistență gazodinamică.

2. *Sistemul de alimentare cu combustibil,* înainte de a se trece la calibrarea propriu-zisă, trebuie supus unei analize critice, ce presupune următoarele:

- Stabilirea dozei dinamice a injecției de combustibil;
- Stabilirea debitul pompei de benzină, determinat din condiția de asigurare a unei alimentări optime la sarcină totală;
- Adoptarea sistemului de injecție (motoarele cu carburator, practic, au fost eliminate de pe piață, neputând răspunde standardelor actuale de emisii).

3. *Sistemul de evacuare a gazelor* este evaluat inițial, în general, prin întreprinderea următoarelor acțiuni:

- Cunoașterea standardelor de emisii (cu sau fără catalizator);
- Definirea liniei de eșapament, ca dimensiuni, traseu și componență;
- Poziționarea catalizatorului;
- Optimizarea amortizorului de zgomot;
- Amplasarea ieșirii gazelor de evacuare.

4. *Sistemul de răcire a motorului,* pentru a fi în acord cu performanțele prioritare, deja stabilite, trebuie verificat și optimizat sub următoarele aspecte:

- Eficiența transferului de căldură și a sistemului de termostatare;
- Poziționarea și dimensionarea radiatorului;
- Carenarea și direcționarea ventilatorului;
- Amplasarea prizelor dinamice de răcire a motorului.

5. *Sistemul de ungere a motorului*, ca operații premergătoare calibrării propriu-zise, presupune următoarele:

- Stabilirea tipului de ulei folosit;
- Optimizarea cantității de ulei necesar ungerii;
- Etalonarea nivelului de ulei (MIN și MAX) pe jojă;
- Optimizarea răcirii uleiului.

6. *Sistemul de pornire*, deși aparent lipsit de importanță, poate fi, totuși, un factor important în procesul de calibrare și, ca urmare, necesită următoarele acțiuni:

- Alegerea corespunzătoare a bateriei;
- Optimizarea performanțelor demarorului (cuplu și turație);
- Alegerea corespunzătoare a alternatorului.

7. *Sistemul de aprindere*, specific MAS-urilor, presupune:

- Stabilirea tipului de aprindere: convențional (cu ruptor-distribuitor mecanic), cu distribuitor HEI (*High Energy Ignition*) sau complet electronic (fără distribuitor);
- Alegerea bujiilor, ca tipodimensiuni și ca furnizor;
- Dimensionarea fișelor de înaltă tensiune.

8. *Sistemul de diagnosticare*, destul de complex și mai mult decât necesar la automobilele moderne, presupune:

- Stabilirea intrărilor: senzori sau cerere DLC (*Data Link Connector* - Conector de achiziționare date);
- Stabilirea ieșirilor (dispozitive controlate, mesaje la scaner, indicatori la bord etc.).

9. Sistemul recirculării emisiilor evaporative, obligatoriu pentru automobilele ecologice, presupune următoarele acțiuni pregătitoare:

- Alegerea tipului de supapă EGR (vacuumatică sau electronică);
- Stabilirea tipului constructiv de canister (deschis jos, închis jos, funcție inversă etc.);
- Definirea sistemului de ventilație a carterului (deschis sau închis);
- Alegerea supapei PCV (*Positive Crankcase Ventilation*).

10. Sistemul de gestionare a motorului (EMS – *Engine Management System*) interfațează, practic, toate celelalte sisteme ale motorului (v. fig. 1.6), cu scopul atingerii obiectivelor urmărite: economie de combustibil, draivabilitate, operare sigură, emisii poluante, diagnosticare etc. și presupune următoarele acțiuni premergătoare calibrării propriu-zise:

- Stabilirea tipului și amplasamentului senzorului de oxigen;
- Evaluarea necesității senzorului de detonații.

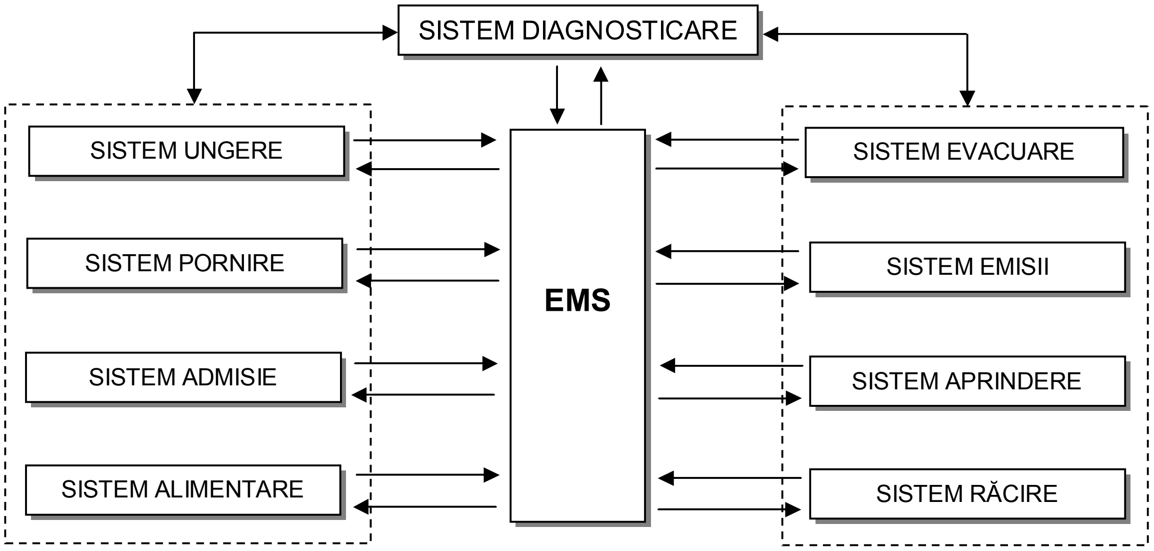


Fig. 1.6. *Interfațarea EMS cu celelalte sisteme ale motorului*

Controlat de un microprocesor, sistemul de gestionare a motorului (EMS) primește datele de intrare de la toate celelalte sisteme ale motorului prin diverse dispozitive (senzori sau întrerupătoare). Prin prelucrarea acestor date, este posibilă funcționarea optimă a motorului, care înseamnă, de fapt, o combustie cât mai eficientă posibil, pentru toate regimurile de funcționare.

Se înțelege, de aici, că partea cea mai delicată, totuși, a demarării procesului de calibrare este *elaborarea softului corespunzător*. Acest soft este specific, de regulă, fiecărui furnizor al echipamentului de injecție și, desigur, fiecărui sistem de alimentare. Concepția de ansamblu a softului va trebui să răspundă, obligatoriu, obiectivului de realizare a performanþțelor prioritare ale vehiculului.

1.2.2.2. Alegerea echipamentelor necesare calibrării

După definirea iniţială a motorului, în acord cu performanţele prioritate deja stabilite, se pune problema stabilirii echipamentelor necesare procesului de calibrare. În acest scop, proiectantul are de ales, în funcţie de obiectivele urmărite, tipul şi destinaţia acestora.

Principalul echipament de calibrare, de tip MDS (*Modular Development System*), presupune următoarele categorii de hard:

- *ECM (Engine Control Modul) pentru dezvoltare*, care este un ECM de tipul celui ce va controla viitorul motor, dar care are, în plus, un conector de legare la testerul VCAD (*Vehicle CAlibration Development*);
- *Modul de interfaţare VCAD*, care permite achiziţionarea şi transferul de date de la ECM-ul pentru dezvoltare la Laptopul de dezvoltare sau la un alt PC;
- *Interfaţă VLT-PC* (*Vehicle Link Tester to PC*), care permite interfaţarea ECM-ului, prin conectorul de test ALDL (*Assembly Line Data Link*), la Laptopul de dezvoltare sau la un alt PC;
- *Laptop de dezvoltare*, care este un calculator portabil pe care se derulează, de regulă sub Windows, programul de calibrare specific unui anume vehicul, prin conectare la modulul VCAD sau la interfaţa VLT-PC;
- *ROM Writer (DATAMAN)*, care este un calculator portabil mai special, calculator care permite setarea altor parametri pe EPROM-ul ECM-ului ;
- *ROM Eraser*, care este, de asemenea, un calculator portabil specializat, calculator care permite ştergerea anumitor parametri deja setaţi în memoria ECM-ului (mai precis, în EPROM);
- *EPROM* (*Erasable & Programmable Read Only Memory*) de 32 KB.

Echipamentele auxiliare necesare procesului de calibrare sunt următoarele:

- *Senzor de oxigen WR (Wide Range)*, care este, de fapt, o sondă *Lambda* cu o plajă de măsurare mai largă;
- *Analizor A/F* (*Air/Fuel* – Aer/Combustibil);
- *Sistem audio KD* (*Knock Detection* – Detectare detonaţii);
- *Aparat STM* (*Spark Timing Meter*), pentru determinarea avansului la aprindere;
- *Termocuple* şi *recorder hibrid*;
- *Senzori de presiune* şi *aparatură digitală* de măsură;
- *Recorder grafic* de înaltă viteză;
- *Scaner* şi *instrumentar pentru service*.

Facilităţile de testare necesare calibrării vehiculelor sunt următoarele:

- *Dinamometru pentru testare motor*;
- *Dinamometru pentru testare vehicul*;
- *Cameră climaterică* pentru testarea pornirii la rece şi la cald a vehiculului;
- *Pistă de încercări*;
- *Trasee de încercări* prestabilite, care să includă diverse condiţii de drum şi de trafic, reprezentative pentru condiţiile reale de exploatare.

Softul necesar calibrării este, de regulă, prestabilit încă din etapa în care s-a optat pentru un anume tip de sistem de alimentare, diagnosticare şi gestionare a motorului, astfel încât inginerului EMS îi revine doar sarcina de a-l înţelege şi de a opera cu acesta. În cazul autoturismelor Cielo 1.5DOHC, pentru calibrare sunt folosite softurile CALED (*CALibration EDitor*) şi MDS (*Modular Development System*), ambele produse de cunoscuta firmă americană DELCO Electronics şi concepute ca instrumente de lucru pe PC sau direct pe echipamentul MDS, permiţând editarea fişierelor .PP şi .DAT, respectiv fişiere de calibrare şi achiziţie date.

1.2.3. Dezvoltarea preliminară a motorului

Dezvoltarea preliminară a motorului se face întotdeauna pe un dinamometru performant și presupune ca, pentru început, să se seteze parametrii de referință ai dinamometrului. Acești parametri sunt prescriși, de regulă, prin procedurile de încercare folosite și sunt necesari automatizării testelor și asigurării repetabilității acestora, în aceleași condiții, în acord cu particularitățile constructive și funcționale ale motorului.

Principalele teste efectuate pe standul dinamometric vizează, în principal, teste de determinare a performanțelor, teste de durabilitate (ciclul mixt și turație ridicată) și teste de determinare și optimizare a emisiilor.

În capitolele următoare, se va face o scurtă trecere în revistă a acelor acțiuni specifice etapei de dezvoltare preliminară a motorului și se vor evidenția, cu precădere, acele aspecte care vizează procesul de calibrare a motorului.

1.2.3.1. Setarea parametrilor de referință ai dinamometrului

Calibrarea performanţelor nominale (ca valori declarate și garantate) presupune, setarea curbelor prescrise pentru putere, moment și consum, ca puncte de referință, predefinite.

Calibrarea parametrilor de stare presupune, pe de o parte, setarea *parametrilor funcționali* ai motorului (temperatură agent răcire, temperatură ulei, presiune ulei, presiune atmosferică etc.) și, pe de altă parte, setarea *parametrilor de testare* (turații, sarcină, timp etc.).

Calibrarea de referință a combustiei presupune, de fapt, definirea *ecuației pulsului de referință* și se axează, în mare parte, pe termenii de *eficiență volumetrică* (randamentul umplerii) și *compensare EGR* (*Exhaust Gas Recycling* – Reciclare gaze evacuare), termeni care pot furniza dinamometrului datele de referință ale motorului.

Eficiența volumetrică corectează lățimea pulsului de bază, pentru situațiile de ineficiență a umplerii și erori de amestec, în funcție de turația motorului.

Compensarea EGR corectează lățimea pulsului de bază cu scopul inducerii gazelor arse în circuitul de admisie. Această corecție este descrescătoare, atunci când supapa EGR este deschisă și crescătoare, când aceasta este închisă.

Calibrarea de referință a aprinderii se bazează pe termenii de *EGR on/off*, în calculul *avansului total la aprindere*. Pentru *EGR on* (supapă deschisă), corecția avansului este descrescătoare în timp ce pentru *EGR off* (supapă închisă), corecția este crescătoare.

Avansul total la aprindere ține seama de următorii parametri:

- Valoarea tabelară a avansului pentru *EGR on* sau *off*;
- Compensarea barometrică;
- Corecția pentru motor rece;
- Corecția pentru motor supraîncălzit;
- Valoarea avansului dinamic;
- Valoarea inițială a avansului.

Din datele deja setate ale dinamometrului, pentru fiecare punct (turație, sarcină), softul dinamometrului permite selectarea valorii MBT (*Minimum spark advance for Best Torque* – Avansul minim la aprindere pentru cel mai bun cuplu), valoare pe care o plasează apoi în tabelul de locație aferent.

1.2.3.2. Teste specifice calibrării motorului

Demararea testelor preliminare, pe dinamometru, presupune realizarea a unu sau două motoare prototip. În cazul procedurii complete a procesului de calibrare, pe aceste motoare se fac, de regulă, mai multe categorii de teste, așa cum se va arăta în cele ce urmează.

1. Testul de determinare a performanțelor la sarcină totală (determinarea caracteristicii externe) se face pe dinamometru și necesită, în plus, o serie de dispozitive periferice de măsură și control a căror *acuratețe* trebuie să fie destul de bună, astfel:

- Traductorul de cuplu : ±1% din cuplul măsurat;
- Senzorul de turație : ±0,5% din turația măsurată;
- Traductorul consumului de combustibil : ±1% din consumul măsurat;
- Senzorul temperaturii aerului de admisie : ±1°C;
- Alți senzori de temperatură : ±2°C;
- Senzorul presiunii atmosferice : ±100Pa;
- Senzorul presiunii aerului de admisie : ±50Pa;
- Senzorul presiunii gazelor de evacuare : ±200Pa;
- Senzorul unghiului de avans la aprindere : ±0,5°RAC.

Echiparea și reglarea motorului se face conform celor mai recente specificații tehnice și, desigur, avându-se în vedere normativele în vigoare, R 85 și ISO 1585 (determinarea puterii nete) fiind cele mai cunoscute normative în acest sens. De remarcat că puterea motorului este o mărime indirectă, calculată automat de softul aferent dinamometrului și tot automat sunt calculate și corecțiile față de condițiile de încercare standard.

Deoarece condițiile atmosferice exercită o mare influență asupra puterii și economicității motoarelor auto, s-au standardizat *condițiile atmosferice de referință* și, mergând mai departe, *condițiile atmosferice de testare*.

Astfel, conform R 85-90, ISO 1585-1992, SR ISO 1585-1998 și EDS-T-1019:

Condițiile atmosferice standard au următoarele valori de referință:

- *Temperatura standard a aerului* (T_o)*:* 298 K (25°C);
- *Presiunea standard a aerului* (P_0)*:* 100 kPa (1atm; 10^5 N/m^2);
- *Presiunea standard a vaporilor* (P_v)*:* 1 kPa (0,01atm; 10^3 N/m^2);
- *Presiunea standard a aerului uscat* (P_{so})*:* 99 kPa (0,99 atm; 99 000 N/m^2), unde:

$$P_{so} = P_o - P_v \quad [\text{kPa}]. \tag{1.3}$$

Condițiile atmosferice de testare cer ca valorile măsurate să fie cuprinse în următoarele intervale:

- *Temperatura efectivă a aerului de admisie (T):*

$$288\text{ K } (15^\circ\text{C}) \le T \le 308\text{ K } (35^\circ\text{C});$$

- *Presiunea efectivă a aerului uscat* (P_s)*:*

$$80\text{ kPa} \le P_s \le 110\text{ kPa}.$$

De menționat că temperatura efectivă a aerului de admisie este măsurată la o distanță mai mică de 0,15 m de priza de aer și înainte de intrarea în filtru, iar presiunea se măsoară în galeria de admisie, în ambele situații avându-se în vedere evitarea interferențelor cu alte surse de temperatură sau de presiune.

- ***Coeficientul de corecţie***, pentru MAS-uri, are următoarea expresie:

$$\alpha_a = \left(\frac{99}{P_s}\right)^{1.2} \cdot \left(\frac{T}{298}\right)^{0.7}. \tag{1.4}$$

Coeficientul de corecţie este valid atunci când satisface relaţia:

$$0,93 \le \alpha_a \le 1,07.$$

Dacă pentru α_a se depăşesc valorile prescrise, în raportul de încercări vor fi precizate cu exactitate condiţiile de încercare efective (temperatura şi presiunea atmosferică).

2. Testul ciclului mixt (400 h) este un *test de durabilitate* şi, în cazul motoarelor 1.5DOHC ce echipează autoturismele Daewoo Cielo, decurge după o procedură de tipul celei prezentate în tabelul 1.2 [123].

De menţionat că parametrii marcaţi cu (*) sunt opţionali şi, în funcţie de performanţele prioritare urmărite (preliminar determinate), proiectantul stabileşte, pentru fiecare familie de motoare, structura exactă a ciclului de încercare, ciclu care se repetă automat, graţie setării datelor în softul de control al dinamometrului, până la realizarea celor 400 ore de test. Ca urmare, structura ciclului, ca timpi şi parametri vizaţi, poate varia foarte mult în funcţie de tipul şi destinaţia motorului.

Tabelul 1.2. *Structura ciclului mixt de încercare a motorului pe dinamometru*

PARAMETRUL VIZAT	TIMPUL [min]	TURAŢIA [rot/min]	SARCINA [Nm]
Cuplul maxim 1	10 ... 30	3200 ... 3800	Totală
*Cuplul maxim 2	3 ... 10	1700 ... 3000	Totală
Puterea maximă	2 ... 60	4600 ... 6500	Totală
Turaţia maximă admisă	1 ... 15	5000 ... 6500	Totală
Sarcina parţială la turaţie maximă	3 ... 60	3500 ... 6000	4 ... 95
Turaţia de viteză maximă	1 ... 40	5000 ... 6500	Totală
*Turaţia de putere maximă	1 ... 50	4600 ... 6500	Totală
*Turaţia de rezonanţă maximă	1 ... 5	5000 ... 6500	Totală
*Ralantiul	3 ... 10	1000	Minimă

Testul ciclului mixt se face, în etapa procesului de calibrare, pe unul din motoarele prototip, după evaluarea performanţelor specifice şi se finalizează prin evaluarea uzurii principalelor componente ale motorului de bază. Pe tot parcursul derulării testului, sunt efectuate operaţiile de inspecţie indicate în tabelul 1.3.

De remarcat că primele două inspecţii se fac, conform grilei, înainte (ÎR) şi după rodajul (DR) pe stand al motorului care, în total, însumează 15 ore.

3. Testul de viteză maximă (250 h) este, de asemenea, un *test de anduranţă* şi simulează, în general, durabilitatea şi uzura elementelor mobile ale motorului (pistoane, segmenţi, arbore cotit, biele, arbore cu came, supape etc.) în timpul rulării vehiculului la viteza maximă şi în plină sarcină. Motorul este testat 250 h, în plină sarcină şi la turaţia de putere maximă, stabilită în prealabil [125].

În tabelul 1.4 este prezentată grila de inspecţie a testului de viteză maximă, cu menţiunea că, pe tot parcursul testului, temperatura uleiului motor nu trebuie să depăşească 150°C (dacă este cazul, se va folosi un răcitor de ulei), iar temperatura agentului de răcire se menţine în intervalul 90 ... 95°C.

Semnificaţiile abrevierilor ÎR şi DR sunt aceleaşi ca şi în cazul testului de ciclu mixt.

Tabelul 1.3. *Grila de inspecție tehnică a testului de durabilitate cu ciclu mixt*

OBIECTIVELE INSPECȚIEI	**ÎR 0h**	**DR 15h**	**25 [h]**	**50 [h]**	**75 [h]**	**100 [h]**	**125 [h]**	**150 [h]**	**175 [h]**	**200 [h]**	**225 [h]**	**250 [h]**	**275 [h]**	**300 [h]**	**375 [h]**	**400 [h]**
Reglare ralanti (avans)	○	○		○		○		○		○		○		○		○
Scurgeri ulei și agent răcire	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Nivel agent răcire	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Presiune agent răcire	○	○		○		○		○		○		○		○		○
Presiune combustibil	○	○		○		○		○		○		○		○		○
Schimb filtru benzină	○													○		
Schimb element filtru aer	○							○						○		
Strângere șuruburi	○	○		○		○		○		○		○		○		○
Reglare jocuri supape				○		○		○		○		○		○		○
Reglare întindere curele	○	○		○		○		○		○		○		○		○
Reglare distanță bujii	○	○		○		○		○		○		○		○		○
Presiune compresie	○	○		○		○		○		○		○		○		○
Completare nivel ulei		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Verificare consum ulei	○	○		○		○		○		○		○		○		○
Schimb ulei și filtru ulei		○						○						○		
Ventilație carter (*blow-by*)		○		○		○		○		○		○		○		○
Verificare performanțe		○		○		○		○		○		○		○		○

Tabelul 1.4. *Grila de inspecție tehnică a testului de viteză maximă*

OBIECTIVELE INSPECȚIEI	**ÎR - 0**	**DR - 15**	**12,5 h**	**25 h**	**37,5 h**	**50 h**	**62,5 h**	**75 h**	**87,5 h**	**100 h**	**112,5 h**	**125 h**	**137,5 h**	**150 h**	**162,5 h**	**175 h**	**187,5 h**	**200 h**	**212,5 h**	**225 h**	**237,5 h**	**250 h**
Reglare ralanti (avans)	○	○				○				○				○				○				○
Scurgeri ulei și agent răcire	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Nivel agent răcire	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Presiune agent răcire	○	○				○				○				○				○				○
Presiune combustibil	○	○				○				○				○				○				○
Schimb filtru benzină	○													○								
Schimb element filtru aer	○									○								○				
Strângere șuruburi	○	○				○				○				○				○				○
Reglare întindere curele	○	○				○				○				○				○				○
Reglare distanță bujii	○	○				○				○				○				○				○
Presiune compresie	○	○				○				○				○				○				○
Completare nivel ulei	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Verificare consum ulei	○	○				○				○				○				○				○
Schimb ulei și filtru ulei		○								○								○				
Ventilație carter (*blow-by*)		○				○				○				○				○				○
Verificare performanțe		○				○				○				○				○				○

De menționat că, atât în cazul testului de ciclu mixt cât și în cazul testului de viteză maximă, verificarea ventilației carterului se face în trei ipostaze: *ralanti*, *1 bar* (presiunea atmosferică) și *sarcină totală*. Evaluarea ventilației carterului (*blow-by*) se face în litri pe minut, în funcție de turația motorului.

1.2.3.3. Evaluarea și optimizarea performanțelor motorului

După finalizarea testelor de durabilitate, care presupun implicit, așa cum s-a arătat mai sus, și teste de performanțe, se începe analiza și interpretarea rezultatelor. Evaluarea uzurii componentelor se face conform unor standarde de firmă și în concordanță cu obiectivele urmărite. Ca urmare, primele rapoarte de încercări vor face, obligatoriu, și recomandări privind acțiunile ce trebuie urmate în perioada imediat următoare. Aceste acțiuni vizează, de regulă, optimizarea performanţelor motorului şi pot fi grupate în două categorii: *modificări constructive minore* şi *extindere procedură de încercări*.

Modificările constructive minore vizează, de regulă, următoarele acţiuni:

- Reglaje şi setări noi, optimizate în acord cu rezultatele obţinute;
- Optimizarea traiectului de admisie;
- Optimizarea cuplurilor de strângere;
- Optimizarea cantităţilor de ulei şi agent de răcire;
- Optimizarea sistemului de ventilaţie.

Extinderea procedurii de încercare presupune, de regulă, realizarea altor motoare prototip şi vizează următoarele teste, pe dinamometru sau pe stand:

- Determinarea performanţelor la sarcini parţiale;
- Testul *hot-cold* (cald-rece);
- Testul de uzură arbore cu came (150 h);
- Testul MBT (*Minimum spark advance for Best Torque* – Avansul minim la aprindere pentru cel mai bun cuplu);
- Testul LBT (*Leanest fuel consumption for Best Torque* – Consumul minim de combustibil pentru cel mai bun cuplu);
- Testul DBL (*Detonation Board Line* – Pragul de detonaţie);
- Testul de senzitivitate a aprinderii;
- Testul de calibrare EMS (*Engine Management System*);
- Calibrarea VE (*Volumetric Efficiency* – Randamentul umplerii).

Toate aceste acţiuni se întreprind conform unor proceduri de lucru specifice fiecărui constructor şi, de la caz la caz, pot fi extinse sau restrânse, în funcţie de tradiţia şi dotarea laboratoarelor de încercări, în funcţie de obiectivele urmărite şi, nu în ultimul rând, în funcţie de fondurile alocate cercetării şi dezvoltării.

1.2.4. Dezvoltarea draivabilităţii vehiculului

După finalizarea testelor de dezvoltare pe dinamometru a motorului, se trece la dezvoltarea draivabilităţii vehiculului, ceea ce presupune corelarea performanţelor motorului cu celelalte sisteme ale automobilului, precum şi cu condiţiile de drum, de şofaj şi de mediu. În acest scop, se construiesc, de asemenea, unul sau două vehicule pe care urmează să se deruleze testele specifice.

1.2.4.1. Teste specifice pe vehicul

Încercările la rece, în timpul procesului de calibrare, pot fi de două tipuri:

1. Teste "motor rece", care au ca scop identificarea testelor desfăşurate pe un motor a cărui temperatură de răcire este apropiată sau egală cu temperatura mediului ambiant;

2. Teste "ambient rece", care au ca scop identificarea testelor desfăşurate la temperaturi ambientale coborâte, utilizând un motor rece sau cald, în funcţie de specificaţiile de testare.

Se observă că, de la caz la caz, condiţiile şi procedurile de testare la rece pot diferi, această etapă a procesului de calibrare constând chiar în *identificarea* testelor reprezentative pentru cele două ipostaze de funcţionare a vehiculului.

De regulă, *încercările de draivabilitate la rece* sunt următoarele:

- *Pornirea la rece*, care presupune determinarea timpului de pornire la rece;
- *Ralantiul la rece,* care presupune evaluarea stabilităţii turaţiei de ralanti în diverse condiţii specifice de exploatare (ambreiaj decuplat, maneta schimbătorului de viteză pe poziţie neutră etc.);
- *Şofajul la rece*, care presupune evaluarea condiţiilor de conducere a autovehiculului în condiţii de motor rece sau ambient rece.

Încercările la cald, ca şi încercările la rece, suportă clasificări şi observaţii asemănătoare, însă specificul testelor este de natură complet diferită.

Principalul test de draivabilitate la cald este ş*ofajul la cald*, care presupune evaluarea modului de conducere a vehiculului în condiţii de motor încins sau căldură ambientală toridă.

Încercări de adaptabilitate a transmisiei, care evaluează adaptarea motorului la un anumit tip de transmisie şi, ca urmare, pot fi:

- Teste de şofaj cu transmisie mecanică;
- Teste de şofaj cu transmisie automată.

Acest tip de teste sunt derulate în diverse condiţii de drum şi de mediu şi trebuie să simuleze îndeosebi condiţiile extreme de exploatare şi un stil de conducere agresiv, fără menajarea în vreun fel a vehiculului.

Încercări de tractare şi frână de motor, care evaluează comportarea vehiculului în două ipostaze: *vehicul tras* sau *împins* (în vederea pornirii motorului, în situaţii extreme, accidentale) şi *vehicul coborând* (cu motorul pornit sau oprit şi schimbătorul de viteze cuplat într-o treaptă inferioară). Acest tip de teste, prin care se investighează îndeosebi efectul frânei de motor, sunt deosebit de importante îndeosebi pentru vehiculele cu transmisie automată.

În general, toate testele de draivabilitate nu necesită o aparatură specială, evaluarea făcându-se subiectiv, potrivit unor criterii de demerit prestabilite.

1.2.4.2. Evaluarea şi optimizarea performanţelor vehiculului

Evaluarea performanţelor de draivabilitate a vehiculului se face subiectiv, utilizând un sistem de demerit specific. Depunctările pentru toate deranjamentele semnalate sunt însumate separat, pentru fiecare performanţă evaluată.

Relaţia de calcul, în cazul *procedurii GM* (General Motors), este următoarea:

$$\text{Nota obţinută} = [100 - S\ (\text{Puncte demerit})]/10. \tag{1.5}$$

Pentru *evaluarea draivabilităţii la rece şi la cald*, General Motors foloseşte următoarea procedură de demerit:

Demeritul stabilităţii funcţionale (numai la cald) se evaluează astfel:

- *6 puncte* pentru stabilitatea ralantiului;
- *12 puncte* pentru stabilitatea motorului în timpul decelerărilor;
- *1 punct* pentru fiecare secundă măsurată peste timpul de referinţă (1 sec) necesar repornirii motorului.

Demeritul funcţionării necorespunzătoare (numai la cald) presupune, de regulă, aprinderea indicatorului de avarie al motorului şi se evaluează astfel:

- *12 puncte*, dacă remedierea funcţionării necorespunzătoare a motorului este necesară înaintea demarării testului pe vehicul;
- *12 puncte*, dacă o lumină de avarie la motor se aprinde în timpul pregătirii sau încercării vehiculului.

Demeritul deranjamentelor motorului, atât la rece cât şi la cald, se evaluează conform grilei de demerit prezentate în tabelul 1.5.

Tabelul 1.5. *Grila de demerit a deranjamentelor motorului (la rece şi la cald)*

Deranjamente	**Puncte demerit**			
	Bun sau Nu	**Uşor sau Urme**	**Mediu sau Moderat**	**Greu sau Sever**
	0	**1**	**3**	**5**
• Trepidaţii				
• Mers galopant				
• Mers ezitant				
• Rateuri				
• Ralanti				
• Detonaţii				
• Postaprinderi				
TOTAL DEMERIT:				

Demeritul întârzierii la pornire a motorului (numai la rece) se evaluează astfel:

- *1 punct* pentru fiecare secundă peste timpul de bază (3 sec), când temperatura ambientală este peste –18°C;
- *1 punct* pentru fiecare secundă sub timpul de bază (5 sec), când temperatura ambientală este sub –18°C.

Demeritul stabilităţii ralantiului la pornire (numai la rece) se evaluează astfel:

- *3 puncte* pentru cazul funcţionării motorului la ralanti cu maneta schimbătorului de viteză aflată pe poziţia N (Neutru) sau P (Parcare) şi ambreiajul cuplat;
- *4 puncte* pentru cazul funcţionării motorului la ralanti cu maneta schimbătorului de viteză aflată pe poziţia D (*Drive* – Mers înainte) sau R (*Reverse* – Mers înapoi) şi ambreiajul decuplat.

Demeritul stabilităţii motorului în mers (numai la rece) se evaluează astfel:

- *6 puncte* pentru stabilitatea ralantiului;
- *12 puncte* pentru stabilitatea funcţionării motorului în timpul decelerărilor.

Optimizarea performanţelor de draivabilitate ale vehiculului, în funcţie de obiectivele prioritare urmărite, presupune, de regulă, setarea unor parametri noi sau îmbunătăţiţi pe ECM-ul de dezvoltare. Totodată, se urmăreşte, prin analiza atentă a rezultatelor obţinute, optimizarea sistemului de gestionare a motorului (EMS), în ansamblu, dar şi a grupului motopropulsor, în special prin alegerea unei etajări corespunzătoare a cutiei de viteze. Aceasta presupune însă alte programe de încercări, alte evaluări şi, în final, o decizie justă.

1.2.5. Calibrarea consumului de combustibil

Calibrarea consumului de combustibil se face în două ipostaze majore: *buclă deschisă* şi *buclă închisă*. Există însă şi o a treia ipostază, *tranzitorie*, de calibrare a consumului de combustibil, ipostază specifică, de regulă, atât motoarelor cu funcţionare în buclă deschisă cât şi celor cu buclă închisă. Principalul parametru vizat de calibrarea consumului de combustibil este *raportul aer/combustibil*, celelalte corecţii făcându-se, de regulă, automat de către softul de gestionare a motorului. În condiţiile în care se urmăreşte realizarea unui vehicul de succes pentru piaţa românească, calibrarea consumului de combustibil este o etapă deosebit de importantă (v. cap. 1.2.1.3).

1.2.5.1. Teste specifice de calibrare a consumului

Calibrarea buclă deschisă deși este specifică vehiculelor fără senzor de oxigen, deci fără controlul emisiilor, prezintă în continuare interes în procesul de calibrare a vehiculelor deoarece, atât în cazul defectării sondei Lambda cât și în cazul pornirii la rece, consumul de combustibil și emisiile trebuie să se mențină, totuși, în limite rezonabile și, totodată, motorul să poată funcționa acceptabil.

Această metodă de calibrare presupune, de regulă, invalidarea anumitor funcții, specifice calibrării buclă închisă, pentru a preveni anumite interacțiuni nedorite, și anume:

- Îmbogățirea amestecului la accelerare;
- Sărăcirea amestecului la decelerare;
- Îmbogățirea amestecului pentru regimul de putere maximă;
- Funcția principală a sistemului buclă închisă, de control al emisiilor;
- Factorul de multiplicare BL (*Block Learn* – Blocul de învățare);
- Purjarea canisterului;
- Ventilația chiulasei;
- Ventilația carterului.

Sunt monitorizați, de regulă, următorii parametri:

- Turația motorului;
- Valoarea variației sarcinii;
- Lățimea pulsului de bază;
- Presiunea gazelor de eșapament;
- Presiunea absolută de admisie;
- Tensiunea bateriei;
- Temperatura aerului de admisie.

Calibrarea buclă închisă este specifică vehiculelor moderne, prevăzute cu senzor de oxigen, deci cu un control permanent al emisiilor.

Presupunând că senzorul de oxigen (O2S) și sistemul buclă închisă, în ansamblul lui, sunt calibrate corect, trebuie anulate, atunci, acele funcții specifice funcționării motorului în buclă deschisă.

Parametrii monitorizați, în cazul calibrării buclă închisă, sunt aceeași, ca și în cazul calibrării buclă deschisă, cărora li se adaugă însă termenul de *integrator C/L* (*Closed Loop* – Buclă închisă).

Pornind de la valoarea efectivă a randamentului umplerii (VE – *Volumetric Efficiency*) și de la integratorul C/L, poate fi calculată valoarea necesară pentru VE, astfel încât să se obțină valoarea teoretică de 14,7 a raportului aer/combustibil, valoare care corespunde amestecului stoechiometric, deci unei arderi perfecte.

A schimba configurarea tabelului de valori VE presupune, așadar, a reflecta în acesta modificările cerute de menținerea amestecului stoechiometric. Corecția temperaturii aerului de admisie va fi un factor major în determinarea valorilor VE. Singura precauție ce trebuie avută în vedere pe tot parcursul procesului de calibrare este păstrarea emisiilor în limitele admise.

În anumite situații, poate fi necesar, totuși, să se circule în condiții de amestec nestoechiometric. În acest caz, variațiile parametrilor necesită o calibrare individuală și o testare a impactului acestora asupra emisiilor.

Calibrarea tranzitorie este necesară din următoarele considerente:

- ECM-ul are un timp de întârziere la comenzi, inerent prin proiectarea sa;

- ECM-ul trebuie să calculeze cantitatea de combustibil utilizând informațiile vechi și să o livreze înainte de a se produce ultima umplere cu aer a cilindrilor motorului;
- Senzorii au și ei o întârziere inerentă în transmiterea informației;
- Punctul de măsurare a debitului de aer diferă de punctul de livrare a combustibilului.

Toate aceste inconveniențe trebuie corectate imediat, într-un timp foarte scurt, și soluția de rutină este aceea de a corecta *poziția clapetei de accelerație*, în sensul îmbogățirii amestecului aer/combustibil.

Există însă și alte considerente pentru care se impune calibrarea tranzitorie, și anume:

- Combustibilul ajunge în camera de ardere mai încet decât aerul, în special pe porțiunea din traiect unde acesta circulă în stare lichidă, el aderând la pereții conductelor de alimentare;
- Masa combustibilului rămas în galeria de admisie, sub formă de condens, influențează presiunea în galerie și, implicit, turația motorului;
- Calibrarea combustibilului de bază este făcută pentru niște specificații ferme, ocazional însă pot apare unele diferențe.

Aceste inconveniențe apar pentru o durată mai lungă, decât cele menționate anterior, și compensarea lor se bazează, de regulă, pe *corijarea MAP* (*Manifold Absolute Pressure* – Presiune de admisie absolută).

După fiecare etapă de calibrare a consumului, se efectuează teste de determinare a consumului de combustibil, atât pe standul cu rulouri (simultan cu determinarea emisiilor), cât și în condiții reale de exploatare.

1.2.5.2. Evaluarea și optimizarea consumului

În condițiile crizei energetice actuale, dar și din considerentul reducerii cheltuielilor de exploatare, consumul de combustibil reprezintă unul din cei mai importanți indicatori de performanță ai automobilului. Ca urmare, evaluarea și optimizarea consumului de combustibil, ca obiectiv major al procesului de calibrare, este o etapă deosebit de importantă și presupune, de regulă, mai multe acțiuni și compromisuri, în funcție de obiectivele prioritare vizate.

Evaluarea consumului de combustibil obținut pe standul cu rulouri presupune următoarele acțiuni imediate:

- Compararea consumurilor obținute (*urban*, *extraurban* și *mixt*) cu cele ale vehiculelor concurențiale (cazul ciclului de testare ECE mixt);
- Interpretarea valorilor obținute, în sensul explicării eventualelor semne de întrebare referitoare la acestea;
- Stabilirea unor acțiuni corective (programe adiționale de încercări, modificări constructive minore, verificări de echipamente etc.), atunci când este cazul.

Evaluarea consumului de combustibil obținut în condiții normale de trafic, în funcție de obiectivele urmărite, presupune următoarele acțiuni:

- Compararea consumurilor obținute cu consumurile standard, obținute pe standul cu rulouri (dinamometru);
- Interpretarea valorilor obținute, în funcție de particularitățile testelor efectuate (condițiile de trafic, condițiile atmosferice, condițiile de drum, stilul de conducere, sarcina utilă etc.);
- Stabilirea acțiunilor corective ce se impun, atunci când este cazul.

Evaluarea consumului de combustibil, pentru condiții normale de trafic, prezintă un interes deosebit, urmărind, în special, stabilirea *consumului de exploatare*, lucru destul de delicat, de altfel, având în vedere faptul că este greu de standardizat. În acest scop, funcție de obiectivele prioritare urmărite, proiectantul va stabili structura și lungimea traseului precum și celelalte cerințe referitoare la factorii ce pot influența consumul.

1.2.6. Validarea calibrării inițiale a motorului

După finalizarea testelor preliminare, pe motor și pe vehicul, se poate trece la o serie de alte teste pe vehicul, în condiții de frig și cald, teste destinate punerii la punct a vehiculului, în ansamblu, și validării calibrării inițiale a motorului.

1.2.6.1. Teste specifice de validare a calibrării motorului

Pentru validarea calibrării inițiale, după finalizarea testelor deja amintite, sunt necesare *teste de anduranță* (generală, forțată, tip taxi etc.), în funcție de obiectivele urmărite, dar și de evaluare subiectivă a comportării de ansamblu a vehiculului.

În cazul DWAR Craiova, pentru majoritatea testelor de draivabilitate și confort evaluarea se face, conform procedurilor GM și DWMC, după niște criterii subiective (v. tabelul 1.6).

Tabelul 1.6. *Grila de evaluare subiectivă a testelor pe vehicul*

Criteriul de evaluare	Nota	Calificativul	Decizia
Problemă nesesizată nici chiar de profesioniști	10	Excelent	Vandabil
Problemă sesizată numai de profesioniști	9	Foarte bine	
Problemă sesizată numai de clienții cusurgii	8	Bine	
Problemă sesizată de toți dar nereclamată	7	Satisfăcător	
Problemă reclamată de anumiți clienți	6	Comun	
Problemă reclamată de toți clienții	5	Nu așa de bine	
Problemă considerată de toți clienții deficiență	4	Nesatisfăcător	Nevandabil
Problemă considerată de toți deficiență majoră	3	Inacceptabil	
Autovehiculul nu funcționează corespunzător	2	Rău	
Autovehiculul este incapabil să funcționeze	1	Foarte rău	

Principalele ***teste de durabilitate*** (anduranță) specifice perioadei de validare a calibrării inițiale sunt următoarele:

- *Testul de anduranță forțată*, care are scopul scurtării la maxim a termenelor de dezvoltare, testând vehiculul în condiții grele de drum și de sarcină (10 000 km);
- *Testul de anduranță generală*, care presupune încercarea vehiculului în condiții standard de exploatare, pe un traseu reprezentativ, prestabilit, programul de încercare cuprinzând, obligatoriu, toate cele patru anotimpuri (40 000 km);
- *Testul de anduranță tip taxi,* care se practică în special pentru vehiculele care se preconizează să ruleze frecvent în regim de taxi (50 000 km);
- *Testul de durabilitate a grupului motopropulsor* (50 000 km), un test deosebit de important, în cazul dezvoltării unui nou motor sau a unei noi cutii de viteze;

Procedura de desfășurare a testelor de anduranță pe vehicul este, în general, specifică fiecărui constructor și se aplică și în cazul validării diverselor componente auto, după finalizarea procesului de calibrare.

1.2.6.2. Determinarea și oficializarea performanțelor vehiculului

Principalele performanțe ale autovehiculului, ce necesită a fi determinate și oficializate, sunt, de regulă, următoarele:

- Viteza maximă a autovehiculului;
- Creșterea vitezei de la 0 la 100 km/h, ca timp și ca spațiu;
- Puterea maximă a motorului;
- Turația de putere maximă;
- Cuplul maxim al motorului;
- Turația de cuplu maxim;
- Turația de ralanti;
- Turația maximă a motorului;
- Consumul de combustibil: urban, extraurban și mixt.

Toate aceste determinări se fac în conformitate cu standardele românești în vigoare (în general, standardele de încercări din grupa STAS 6926). Atunci când autovehiculele se exportă sau circulă și în alte țări, încercările de determinare a performanțelor pot fi completate, după caz, cu teste specifice, efectuate după procedurile altor standarde, cum sunt Regulamentele ECE-ONU, DIN, SAE etc.

Oficializarea performanțelor se face prin introducerea lor în documentația tehnică de produs. Valorile nominale astfel declarate sunt valori garantate de constructor și la ele sunt raportate toate verificările de conformitate privind omologarea autovehiculului, dar și eventualele anchete de calitate.

Caietele de sarcini ale produsului (*Guide Line*) sunt documentele de referință ale proiectării, la care se vor alinia toate celelalte documente tehnice (specificația tehnică a produsului, manualul utilizatorului, manualul de Service etc.), inclusiv materialele publicitare.

1.3. Specificul calibrării vehiculelor din producția indigenă

Întrucât scopul major al acestei lucrări este acela de a scoate în evidență particularitățile de care trebuie să se țină seama în cazul calibrării vehiculelor din producția indigenă, în cele ce urmează se va stabili care sunt aceste particularități, ca premise ale unei analize critice vizavi de cerințele regulamentelor internaționale și ca ipoteze de cercetare și experimentare a specificului calibrării vehiculelor din producția indigenă.

1.3.1. Specificul condițiilor de mediu

Temperatura mediului ambiant are o importanță deosebită, în cadrul procesului de calibrare a vehiculelor, atât în ce privește calibrarea consumului de combustibil, cât și în ce privește pornirea la rece. De aceea, este important de cunoscut, pentru o țară anume, care este *temperatura medie multianuală*, precum și *temperaturile extreme multianuale*. Valorile acestor temperaturi vor trebui calculate potrivit unei medii ponderate de populația aferentă fiecărei zone geografice reprezentative și se vor lua în calcul numai temperaturile specifice zonelor locuite, cu drumuri de acces modernizate. Acest lucru se impune mai ales în cazul țărilor cu suprafețe întinse și cu un relief variat, așa cum este și cazul României.

Analizând datele prezentate în tabelul 1.7, rezultă că, pentru România, zonele geografice reprezentative sunt date de actuala structură administrativă, formată din 42 de județe (incluzând capitala și SAI), iar valorile de temperatură reprezentative sunt următoarele:

- Temperatura medie multianuală: +9,3°C;
- Temperatura minimă multianuală: -31,9°C;
- Temperatura maximă multianuală: +40,6°C.

Tabelul 1.7. *Caracteristicile geografice ale României*

Zona geografică	Populația [loc]	Temperatura [°C]			Umiditatea medie [%]	Altitudinea medie [m]	Observații
		Medie	Min.	Max.			
București	2107177	11	-30	41.1	79	80	
Sectorul Agricol Ilfov	268502	11	-35	44	79	75	
Județul Alba	420548	9	-32	42.5	88	350	
Județul Arad	503768	10	-30.1	41	87	150	
Județul Argeș	681735	9	-31	41	90	480	
Județul Bacău	753479	8	-32.5	40.8	88	360	
Județul Bihor	660131	9	-29	39.5	88	350	
Județul Bistrița-Năsăud	329124	8	-33.8	38.5	90	460	
Județul Botoșani	470011	9	-32.5	39.4	79	200	
Județul Brașov	685117	8	-38.5	39.5	91	650	
Județul Brăila	403856	10	-29	44.5	71	40	
Județul Buzău	520568	7	-30.7	41.1	75	230	
Județul Caraș Severin	399788	10	-32.2	39.2	73	280	
Județul Călărași	340320	11	-30	41.4	71	70	
Județul Cluj	742438	8	-32.6	39	91	330	
Județul Constanța	757941	11	-33.1	42.2	72	15	
Județul Covasna	237304	7	-35.2	39.3	73	540	
Județul Dâmbovița	558518	9	-31	40.4	74	300	
Județul Dolj	758895	11	-30.5	42	79	200	
Județul Galați	642983	10	-32	40.6	72	100	
Județul Giurgiu	305661	11	-34.9	43.4	79	80	
Județul Gorj	397927	9	-31	40.6	80	320	
Județul Harghita	348499	5	-35	36.5	73	720	
Județul Hunedoara	547180	8	-31.6	39.7	76	280	
Județul Ialomița	386210	11	-30	41.4	71	50	
Județul Iași	811342	9	-30	40	81	240	
Județul Maramureș	541550	9	-31.6	39.4	93	470	
Județul Mehedinți	330017	10	-33	43.5	83	300	
Județul Mureș	606800	8	-32.8	40.6	88	430	
Județul Neamț	583686	8	-33.2	39.5	86	360	
Județul Olt	520871	11	-32	42	76	150	
Județul Prahova	873000	10	-31.5	39.4	92	580	
Județul Satu Mare	398401	10	-29.3	39.5	82	200	
Județul Sălaj	270130	8	-27.2	38	81	290	
Județul Sibiu	452903	8	-32.3	39.2	86	650	
Județul Suceava	708571	7	-32.5	38.6	88	710	
Județul Teleorman	542104	11	-34.8	42.9	79	90	
Județul Timiș	700033	11	-35.3	42	82	200	
Județul Tulcea	269311	10	-26.8	39.7	76	50	

Zona geografică	Populația [loc]	Temperatura [°C]			Umiditatea medie [%]	Altitudinea medie [m]	Observații
		Medie	Min.	Max.			
Județul Vaslui	465537	8	-32	40.6	76	150	
Județul Vâlcea	395953	9	-33.5	42	91	410	
Județul Vrancea	393400	9	-33	39.3	88	440	
România	**23091289**	**9.2**	**-32.0**	**40.6**	**81.6**	**296**	**Med. arit.**
		9.3	**-31.9**	**40.6**	**81.9**	**291**	**Med. pon.**

Umiditatea mediului ambiant are o influență deosebită asupra performanțelor motorului, aceasta fiind în strânsă legătură cu presiunea atmosferică. Astfel, este important de cunoscut, pentru condițiile din România, care este umiditatea / presiunea atmosferică medie multianuală, de care să se țină seama în timpul procesului de calibrare. Această valoare reprezentativă va trebui calculată tot ca o medie ponderată de populația aferentă fiecărei zone geografice reprezentative (de regulă, județ) și trebuie să fie în acord cu precipitațiile atmosferice caracteristice acestor zone.

Conform datelor prezentate în tabelul 1.7, rezultă că, pentru România, valorile reprezentative (medii multianuale), în ce privește umiditatea atmosferică, sunt următoarele:

- Umiditatea relativă medie: 82%;
- Umiditatea relativă minimă: 71% (în 3 județe);
- Umiditatea relativă maximă: 93% (în județul Maramureș).

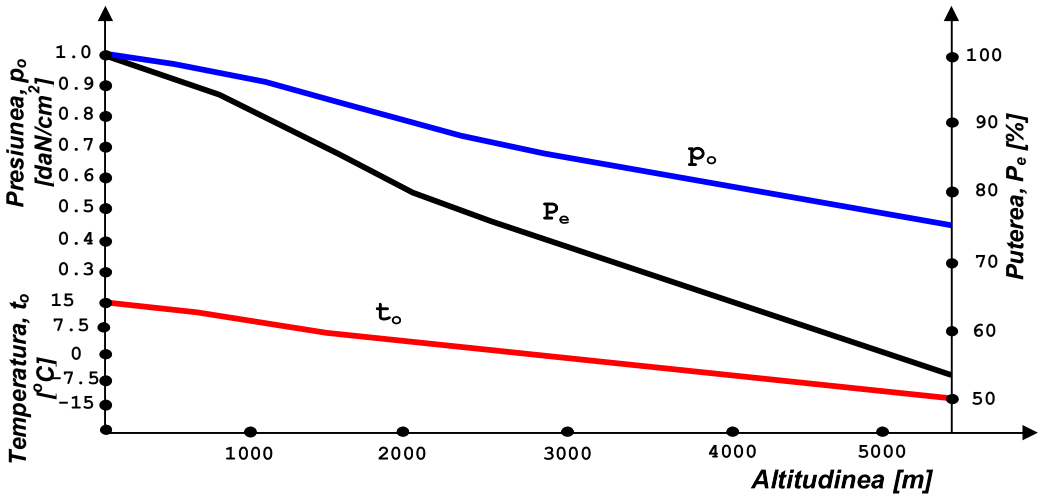


Fig. 1.7. *Influența altitudinii asupra puterii motorului și asupra celorlalți factori de mediu (presiune și temperatură)*

Altitudinea, odată cu creșterea sa, produce o îmbogățire excesivă a amestecului, îmbogățire care compromite funcționarea normală a motorului. De aceea, calibrarea vehiculului trebuie să țină cont inclusiv de această cerință obiectivă, care este specifică și țării noastre. Se apreciază, în general, că amestecul aer/combustibil se îmbogățește cu circa 6 ... 7 % pentru fiecare 1000 m altitudine [36], întrucât presiunea atmosferică scade odată cu creșterea altitudinii (v. fig. 1.7). Influența altitudinii asupra emisiilor și a consumului este de circa +0.3% pentru fiecare 1000 m altitudine și de numai +0.01% pentru fiecare 100 m altitudine [181].

Pentru condițiile de trafic din România, conform datelor prezentate în tabelul 1.7, valorile reprezentative, în ce privește altitudinea sunt următoarele:

- Altitudinea medie: 291 m (media ponderată);
- Altitudinea minimă: 0 m (pe plaja Mării Negre);
- Altitudinea maximă: 2 040 m (pe Transfăgărășan, în punctul Bâlea Lac).

Poluarea chimică a mediului are, de asemenea, o influență nefastă asupra formării amestecului și asupra arderii, în general; de aceea, atunci când aceasta depășește anumite limite, prezintă interes și din punct de vedere al calibrării vehiculelor, chiar dacă, paradoxal, unul dintre obiectivele vizate de procesul calibrării este chiar poluarea. Astfel, pentru un control mai riguros al emisiilor, în acord cu cerințele de mediu, sistemul EMC (*Engine Management Control*) ar trebui să țină cont inclusiv de aceste condiții vizând poluarea.

Pentru condițiile din România, conform STAS 12574-87, concentrațiile maxime admisibile ale principalelor substanțe chimice poluante din aerul ambiental nu trebuie să depășească următoarele valori ale mediei zilnice:

- Oxidul de carbon (CO):	2 mg/m^3;
- Bioxidul de azot (NO_2):	0.25 mg/m^3;
- Hidrocarburi (metanol + aldehide + benzen):	1.312 mg/m^3;
- Bioxidul de sulf (SO_2):	0.25 mg/m^3;
- Plumb (Pb):	0.0007 mg/m^3;
- Fluor (F):	0.005 mg/m^3;
- Ozon (O_3):	0.03 mg/m^3.

Rămâne de dovedit dacă acești poluanți și alții pot afecta funcționarea motorului.

1.3.2. Specificul condițiilor de exploatare

Combustibilii utilizați au o importanță deosebită asupra calibrării vehiculelor moderne. Aici intervine, pe de o parte, tipul combustibilului utilizat (motorină, benzină cu sau fără plumb, GPL etc.) și, pe de altă parte, proprietățile fizico-chimice ale acestora (cifră octanică, densitate, vâscozitate, compoziție fracțională, volatilitate, căldură de vaporizare, tensiune superficială, coeficient de difuzie etc.).

Caracteristicile benzinei reprezentative pentru zona geografică de exploatare a noului vehicul se stabilesc prin eșantionarea, *direct de la stațiile de alimentare*, din diverse localități și din diverse surse, eșantionarea fiind urmată de analize complete de laborator. În tabelul 1.8 este prezentată, spre exemplificare, eșantionarea benzinei reprezentative pentru piața românească, eșantionare care a stat la baza calibrării vehiculelor Cielo 1.5DOHC, în 1998.

Tabelul 1.8. *Exemplu de eșantionare a benzinei reprezentative pentru piața românească*

Furnizor	Orașul	Benzină fără plumb							
		CO-R	Pb[g/l]	S[%]	10%	50%	90%	T_f	Rez.
RAFO	Onești	95.0	0.0013	0.07	60°C	109°C	172°C	209°C	1.3%
Arpechim	Pitești	95.1	0.0015	0.06	57°C	112°C	180°C	212°C	1.0%
Petromidia	Constanța	95.3	0.0030	0.05	58°C	97°C	176°C	208°C	1.4%
Petrobrazi	Ploiești	95.0	0.0050	0.04	60°C	109°C	180°C	210°C	1.0%
	București	95.1	0.0035	0.06	57°C	103°C	188°C	202°C	1.5%
	Brașov	94.9	0.0040	0.05	59°C	108°C	182°C	208°C	1.0%
PECO	Craiova	97.2	0.0002	0.02	76°C	127°C	177°C	212°C	1.2%
Shell	București	93.5	0.0002	0.03	62°C	110°C	180°C	206°C	1.3%
	Craiova	95.0	0.0003	0.04	57°C	106°C	171°C	195°C	1.0%

Făcând o medie ponderată a datelor comparative prezentate în tabelul 1.8, s-a stabilit că *benzina fără plumb reprezentativă pentru România*, la vremea aceea, avea caracteristicile prezentate în tabelul 1.9, caracteristici care pot fi considerate a fi valabile şi acum, având în vedere că standardul SR EN 228-97 este încă în vigoare iar reţeaua de distribuţie a combustibililor auto nu a suportat modificări substanţiale.

Tabelul 1.9. *Caracteristicile comparative ale benzinei fără plumb româneşti*

Caracteristici	**Valori reprezentative**	**Cerinţe SR EN 228-97**
- Cifra octanică Research (*CO-R*)	95.1	Min. 95
- Conţinutul de plumb (*Pb*)	0.0017 g Pb/l	Max. 0.013 g Pb/l
- Conţinutul de sulf (*S*)	0.05 %	Max. 0.05%
- Distilare la 70^oC	44 %	Max. 50 %, vol.
- Distilare la 100^oC	62 %	Max. 70%, vol.
- Distilare la 180^oC	85 %	Min. 85%, vol.
- Punct final de fierbere (T_f)	207 ^oC	Max. 215 ^oC
- Reziduu (*Rez.*)	1.2 %	Max. 2 %

Particularităţile traficului rutier au o influenţă deosebită asupra emisiilor şi consumului şi, ca urmare, cu ocazia calibrării trebuie să se ţină seama de acestea. Cele mai importante particularităţi ale traficului rutier, cu implicaţii asupra procesului de calibrare, sunt următoarele:

- Caracteristicile principalelor artere rutiere (suprafaţa drumului, declivităţi, curbe, intersecţii etc.);
- Caracteristicile traficului rutier (fluenţă/densitate, flux, componenţă etc.);
- Specificul utilizării vehiculelor (ponderea categoriei de drum utilizate, ponderea modului de şofare utilizat etc.).

Stilul de conducere are, de asemenea, o importanţă deosebită în ce priveşte consumul de combustibil şi emisiile. În funcţie de temperamentul şi de experienţa celui de la volan, calibrarea vehiculelor ar trebui astfel să soluţioneze o problemă deosebit de complexă. Totuşi, întrebarea care se pune în cazul de faţă este următoarea: Există un anume stil de conducere, specific românilor, de care s-ar putea ţine seama pe parcursul procesului de calibrare a vehiculelor destinate pieţei indigene?

Particularităţile sarcinii utile presupun, în principiu, informaţii şi date statistice referitoare la gradul de utilizare al sarcinii utile, precum şi la modul de distribuire a acesteia. Toate acestea pot constitui premisele unor condiţii tipice de încărcare a vehiculului, în vederea efectuării testelor de calibrare. Din statisticile realizate de autor, pe parcursul întregului an 1997, a rezultat că, în medie, un autoturism exploatat pe piaţa românească realizează circa 80% din parcurs încărcat la sarcini parţiale (două, trei sau patru persoane + bagajele aferente), 18% doar cu şoferul şi numai 2% este încărcat la sarcina nominală (5 persoane + bagajele aferente).

1.3.3. Specificul cadrului legislativ indigen

Cerinţele regulamentare privind calibrarea vehiculelor, aşa precum s-a amintit anterior (v. cap. 1.1.3.2), deşi destul de precare, pot converge, totuşi, către un specific românesc conjunctural, care poate avea implicaţii importante asupra procesului de calibrare.

Cerinţele regulamentare privind traficul rutier vizează, în principal, *viteza maximă admisă*, în localităţi şi în afara localităţilor. În funcţie de valorile limită ale vitezei, impuse de regulamentul circulaţiei rutiere, este de dorit să se efectueze şi anumite teste de calibrare a emisiilor, consumului şi draivabilităţii, avându-se în vedere faptul că, nu întotdeauna, viteza impusă de lege coincide cu *viteza economică* de deplasare a vehiculului.

Conform HG nr. 890-98, pe drumurile publice din România, *vitezele maxime admise* pentru autoturisme sunt următoarele:

- În localităţi: 50 km/h;
- În afara localităţilor: pe autostrăzi, 120 km/h; pe celelalte categorii de drumuri, 90 km/h.

Viteza de proiectare (sau *viteza de bază*) reprezintă viteza maximă constantă care trebuie asigurată vehiculelor rapide, de tipul autoturismelor, în punctele cele mai dificile ale traseului, cu deplină siguranţă a traficului şi în condiţii atmosferice obişnuite, pentru o suprafaţă normală a căii de rulare [23].

Conform STAS 10144/3-91, străzile din România (cu excepţia autostrăzilor şi a drumurilor extraurbane) sunt proiectate pentru o viteză de bază de maxim 60 km/h, în cazul străzilor din categoria I (cu 6 benzi de circulaţie), şi sub 25 km/h, în cazul străzilor din categoria a IV-a (cu o bandă de circulaţie).

Viteza economică, până în 1998, fără a fi definită foarte clar, conform Decretului 328-66, amendat cu Decretul 277-79, coincidea cu viteza maximă legală de deplasare pe drumurile publice, în afara localităţilor, şi avea valori diferite în funcţie de tipul autovehiculului, de marca de fabricaţie, de capacitatea cilindrică şi de destinaţia acestuia. În realitate însă, viteza economică diferă de la vehicul la vehicul şi este o rezultantă a procesului de calibrare.

Viteza medie de circulaţie este viteza obţinută, în condiţii normale de trafic, de peste 80% din vehiculele care circulă [23]. Determinarea acesteia se face prin raportarea lungimii sectorului de drum parcurs la timpul necesar parcurgerii acestuia.

Viteza instantanee, conform STAS 4032/2-92, este viteza cu care se deplasează un vehicul în momentul în care trece printr-o secţiune dată a unui drum. Maximul acestei viteze poate coincide, pentru cazuri extreme, cu viteza maximă de deplasare a vehiculului.

2. STABILIREA METODOLOGIEI SPECIFICE CALIBRĂRII VEHICULELOR

Procesul de calibrare a vehiculelor presupune elaborarea unei metodologii de lucru destul de complexă, fundamentată pe o bogată experienţă în domeniu. Această metodologie are în vedere, în principal, două ipostaze de lucru: *calibrarea în condiţii de laborator* şi *calibrarea în condiţii de drum*.

2.1. Calibrarea vehiculului în condiţii de laborator

Metodologia calibrării vehiculelor în condiţii de laborator presupune parcurgerea, pas cu pas, a celor mai laborioase teste, începând cu testarea virtuală a ECM-ului, testarea pe stand a motorului şi, în fine, testarea pe vehicul a motorului. După fiecare categorie de teste, desigur, se fac optimizările ce se impun, în ce priveşte arhitectura şi parametrii funcţionali ai sistemului EMC (*Engine Management Control*).

2.1.1. Testarea virtuală a ECM –ului

Metodologia de testare şi de validare a calibrării ECM-ului conţine, obligatoriu, mai multe proceduri, proceduri specifice, în general, firmei constructoare, furnizorului care produce ECM-ul sau altor institute de cercetare şi dezvoltare a sistemelor EMC şi a echipamentelor de calibrare aferente. În cele ce urmează, va fi prezentată, succint, procedura de calibrare propusă de cunoscuta firma germană dSPACE, producătoare de *hard* şi *soft* pentru dezvoltarea a tot ce presupune, la ora actuală, microprocesor auto (ECU – *Electronic Control Unit*).

Testele comprehensive se regăsesc printre preocupările majore ale firmei dSPACE. Astfel, simularea HIL (*Hardwer-In-Loop*) a devenit deja o alternativă a testelor ce presupun rularea vehiculului în condiţii reale. În acest caz, motorul sau vehiculul sunt înlocuite de un model matematic, de exemplu, în timp ce ECM-ul ce trebuie testat este inserat, ca o componentă reală, în bucla de control. Această metodă de încercare, destul de delicată, conduce, totuşi, la importante economii de bani şi de timp, prezentând, totodată, un grad optim de reproductibilitate şi de automatizare.

Deoarece, în general, utilizatorii au cerinţe total diferite, simulatoarele HIL nu sunt identice, deci pentru fiecare client se impune o dezvoltare specifică atât a hardului cât şi a softului aferent. Se impune, aşadar, o flexibilitate foarte mare a simulatoarelor HIL, astfel încât costurile şi timpul de dezvoltare şi testare să fie într-adevăr reduse. Această flexibilitate se realizează, de obicei, printr-o continuă modularizare a softului şi a hardului, astfel încât să poată fi realizată rapid orice configuraţie solicitată de un anume client, fără cheltuieli suplimentare şi fără întârzieri în derularea programelor de dezvoltare.

2.1.2. Optimizarea performanțelor motorului

Alegerea sistemelor și echipamentelor optime, pentru realizarea performanțelor prioritare propuse este o etapă specifică procedurii complete de calibrare și, uzual, presupune următoarele acțiuni corective:

- Stabilirea dozei dinamice a injecției de combustibil;
- Alegerea injectoarelor adecvate;
- Evaluarea capacității pompei de benzină în raport cu consumul motorului, atât la ralanti cât și în plină sarcină;
- Optimizarea diametrului interior al galeriei de admisie;
- Optimizarea dimensiunii clapetei de accelerație;
- Optimizarea fluxului prin poarta supapei, atât la admisie cât și la evacuare;
- Controlul detonațiilor, dacă se impune un avans maxim la aprindere, pentru realizarea performanțelor de putere și consum;
- Optimizarea volumului și amplasamentului elementului catalitic.

Metodologia de optimizare a sistemelor motorului se bazează, în general, pe experiența inginerului de test și presupune o investigare, pas cu pas, a performanțelor prioritare, fără a se recurge, de regulă, la o procedură standard.

Alegerea injectoarelor, spre exemplu, se face utilizându-se anumite formule experimentale de calcul, pornindu-se, în general, de la *consumul specific de combustibil* (BSFC – *Brake Specific Fuel Consumption*). Practic, pentru motoarele cu admisie normală, BSFC = 0,45 ... 0,55 și, pentru motoarele cu admisie forțată, BSFC = 0,55 ... 0,65. Cunoscând valoarea BSFC, se poate alege dimensiunea aproximativă a injectoarelor, în funcție de *debitul injecției (rata fluxului)*, parametru specific fiecărui tip de injector, utilizându-se următoarea formulă [153]:

$$\textit{Rata fluxului} = \frac{(\mathrm{HP})_{\max} \,\mathrm{x}\, \mathrm{BSFC}}{\mathrm{Nr.\,injectoare\ x\ randamentul\,injectiei}} \times 10{,}515 \qquad [\mathrm{cm}^3/\mathrm{min}]. \quad (2.1)$$

Randamentul injecției, pentru cele mai multe injectoare, are valoarea standard de 80%, unanim acceptată în industria de automobile. Aceasta înseamnă cã injectoarele ar trebui sã fie deschise, la cel mai mare debit setat de ECM, sau sã pulverizeze combustibil circa 80% din timpul de funcționare. Calculatorul are abilitatea de a depăși acest 80% și de a ajunge chiar la punctul de 100%, care presupune că injectorul nu va fi niciodată închis și va pulveriza combustibil la debitul său maxim. Acesta este însă punctul în care fluxul de aer poate depăși fluxul de benzină și motorul va funcționa cu amestec sărac, putând apare probleme serioase de detonații. Așadar, simpla creștere a injecției de combustibil, atunci când nu este nevoie, poate dăuna grav performanțelor motorului, în loc să ajute.

Dacă, în cazul motoarelor cu *admisie normală*, vom avea, de exemplu, un consum specific, BSFC = 0,50, aceasta înseamnă că motorul va consuma 0.50 lb de combustibil pe oră pentru fiecare cal putere (HP – *HorsePower*) pe care îl produce. Astfel, pentru un motor cu patru cilindri și o putere maximă de 200 CP, rezultă:

$$\textit{Rata fluxului} = \frac{200 \times 0.50}{4 \times 0.80} \times 10.515 = \textit{328.594} \qquad [\mathrm{cm}^3/\mathrm{min}].$$

Conform catalogului de produse al firmei americane RC Engineering (*Russ Collins*), injectorul corect ales pentru acest exemplu ar fi acela de 330 cm^3/min (31 lb/h). Invers, cunoscând dimensiunea injectorului (rata fluxului), din relaţia (2.1), se poate calcula puterea maximă, în CP, a motorului ce ar trebui să fie echipat cu acest tip de injector, $(HP)_{max}$.

Pentru a găsi noul debit de benzină ce trebuie asigurat, după o modificare a presiunii de alimentare cu combustibil, se recomandă următoarea formulă:

$$\sqrt{\frac{Noua\_presiune}{Vechea\_presiune}} \times Vechiul\_debit = Noul\_debit \qquad [\mathrm{cm^3/min}]. \qquad (2.2)$$

De exemplu, dacă un injector de 240 $\mathrm{cm^3/min}$ a fost testat la 43.5 PSI (3 $\mathrm{daN/cm^2}$) şi apoi trebuie să funcţioneze la 50 PSI (3.5 $\mathrm{daN/cm^2}$), noua dimensiune, corijată, va fi:

$$Noul\_debit = \sqrt{\frac{50}{43.5}} \times 240 = 1.0721 \times 240 = 257.307 \ [\mathrm{cm^3/min}].$$

Valoarea puterii maxime, în CP, aferente acestui nou injector ar trebui să aibă aceeaşi rată a creşterii (*x 1.0721*), dacă toate celelalte componente ale sistemului de gestionare a motorului (EMS) rămân neschimbate.

Cartografierea motorului (în engleză, *engine mapping*) este un proces modern introdus în cercetarea auto cu scopul de a modela parametrii de ieşire ai motorului funcţie de parametrii de intrare ai acestuia. În mod frecvent, variabilele ***output*** sunt cuplul şi emisiile poluante, în timp ce variabilele ***input*** includ turaţia, avansul la aprindere, sarcina (debitul combustibilului vehiculat), raportul aer/combustibil şi raportul EGR (*Exhaust Gas Recycling*). Obiectivul major al cartografierii motorului este acela de a furniza valorile avansului optim la aprindere pentru controlul electronic al motorului, cu scopul de a asigura un consum minim de combustibil sub rezerva constrângerilor impuse de limitarea emisiilor de eşapament şi de temperatura gazelor de evacuare.

Cu alte cuvinte, *cartografierea motorului* este un procedeu de determinare experimentală a performanţelor unui motor, la punctele de operare selectate, de înregistrare a rezultatelor (tabelar) şi, eventual, de vizualizare (grafică) a acestora. Astfel, controlul motorului este realizat cu ajutorul unui **map** (un set de date *input* şi *output* prezentate tabelar) şi cu ajutorul a câtiva algoritmi care, la fiecare iteraţie, scrutează tabelul şi interpolează setul de date pentru a aproxima răspunsul cel mai bun. Acest răspuns este apoi trimis la motor, ca *feedback*.

Este cunoscut faptul că un motor de autoturism este utilizat în condiţii extreme dintre cele mai diverse. Astfel, motorul trebuie să permită accelerarea autoturismului aşa încât acesta să atingă viteza de deplasare pe autostradă, de la pornirea de pe loc, în numai câteva secunde; trebuie să permită depăşirea altor autoturisme, pe autostradă; să permită căţărarea pe pantele abrupte ale munţilor; să funcţioneze stabil şi economic la deplasarea autoturismului în condiţii urbane, cu opriri şi porniri dese; să asigure funcţionarea optimă a autoturismului la condiţiile de mediu specifice zonei de exploatare (temperaturi, umiditate, altitudine, praf etc.). Clienţii doresc, aşadar, o funcţionare bună şi sigură a motorului pe întregul său *map* (cartogramă); ei vor performanţe, confort şi eficienţă.

Toate aceste deziderate, multe chiar antagonice, sunt realizabile, totuşi, dacă procesul de calibrare a vehiculului decurge după un scenariu optim, adaptat condiţiilor reale de exploatare a viitorului model. Aceasta presupune însă, în mare măsură, experienţă şi profesionalism, mai ales atunci când cadrul legislativ şi procedural este destul de precar.

2.1.3. Calibrarea emisiilor şi a consumului de combustibil

Procedura de calibrare a emisiilor şi consumului de combustibil se raportează, obligatoriu, la reglementările în vigoare, în acest domeniu existând cele mai stricte prescripţii, atât pe plan internaţional cât şi pe plan naţional. Acţiunile pe care inginerii de calibrare le întreprind însă pentru optimizarea emisiilor şi a consumului nu fac obiectul unor standardizări, ele depinzând de experienţa acestora, de strategia de dezvoltare adoptată, de complexitatea softului şi a aparaturii de calibrare utilizate etc.

2.1.3.1. Reglementări privind noxele

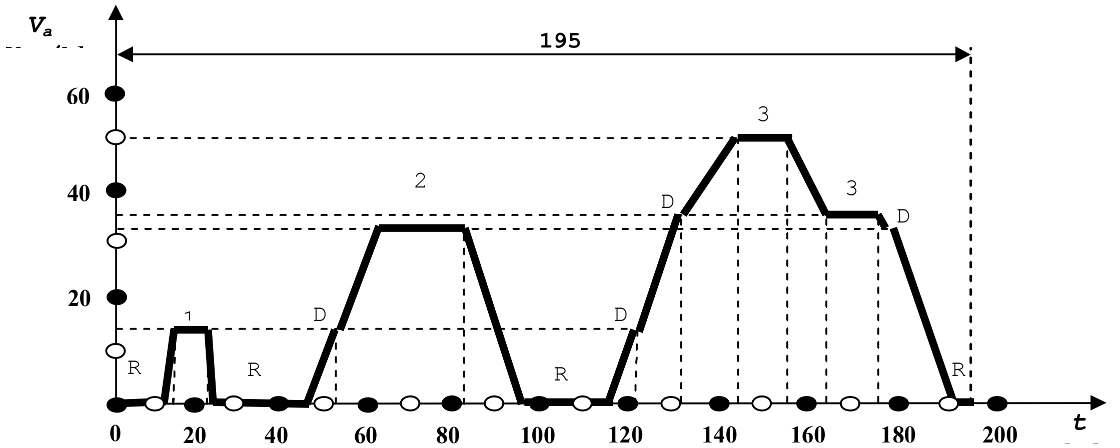
În Europa, primele reglementări privind noxele emise de automobil, deşi destul de vagi, au fost formulate în Germania, printr-o lege datată din 3 februarie 1910, care spunea că *"vehiculele trebuie să fie sigure şi construite astfel încât să împiedice orice neplăcere a publicului, prin fum sau miros",* [26].

În 1963, în statul California din SUA, s-au introdus primele reglementări privind emisiile automobilului, reglementări care interziceau evacuarea, direct în atmosferă, a gazelor de carter. Din 1968, tot în California, toate autoturismele au fost supuse legislaţiei pentru controlul emisiilor poluante şi, în 1970, s-a introdus ciclul California I. Primele reglementări europene care limitau *emisiile automobilelor* au apărut în 1987. Existau însă deja impuse reglementări europene privind *calitatea aerului,* încă din 1980.

În practică, legislaţia actuală fixează valori maxime pentru patru poluanţi chimici:

- Oxizii de azot (NO_x);
- Monoxidul de carbon (CO);
- Hidrocarburile (HC);
- Particulele (pentru motoarele Diesel).

Ciclul ECE urban (tip I) este recunoscut de Comisia Economică Europeană (ECE), fiind adoptat, în acelaşi timp, şi de ţările Pieţei Comune (CEE). Acest ciclu (v. fig. 2.1) a fost dezvoltat încă din 1952 de către UTAC, bazându-se pe condiţiile de trafic din Paris, iar în 1960



LEGENDA: *1 – Viteza I; 2 – Viteza a II-a; 3 – Viteza a III-a; R – Ralanti; D - Debreiere*

Fig. 2.1. *Structura ciclului ECE urban (tip I)*

a fost adoptat de ONU, prin Comisia Economică Europeană (ECE) de la Geneva, ca *ciclu european* reprezentativ.

Caracteristicile testului ECE urban (tip I) sunt următoarele:

- Numărul de cicluri/test: 4;
- Durata ciclului: 195 s;
- Distanța parcursă: 1,013 km x 4 = 4,052 km;
- Viteza medie (cu mersul în gol): 18,7 km/h;
- Viteza medie (fără mersul în gol): 27,01 km/h;
- Viteza maximă: 50 km/h.

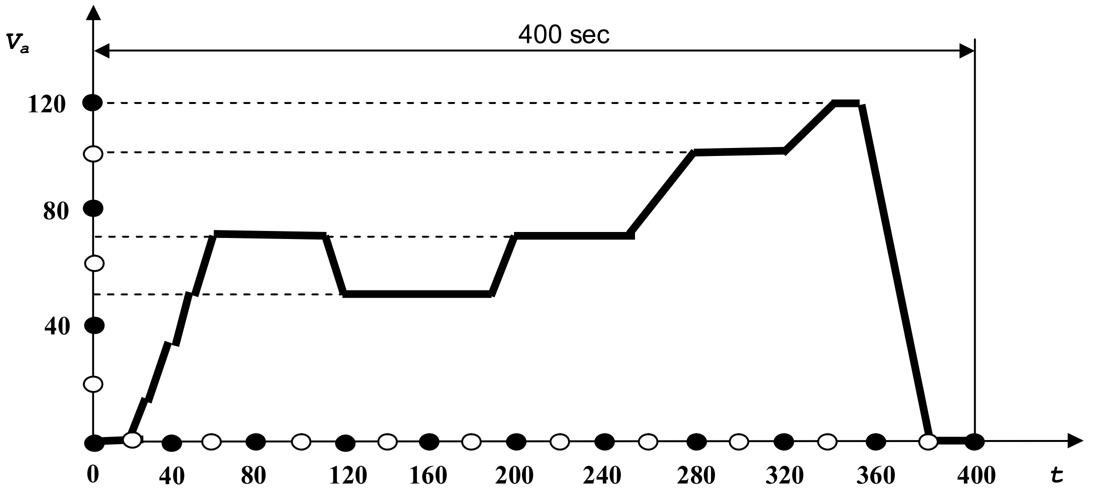


Fig. 2.2. *Structura ciclului ECE extraurban (tip II)*

Ciclul ECE extraurban (tip II), caracterizează traficul cu viteză ridicată (peste 120km/h) și a fost introdus în 1991, ca ciclu suplimentar al ciclului ECE urban, la presiunea Olandei, care a arătat că peste 70% din parcursul european are loc la peste 70 km/h, ceea ce presupune alte concentrații ale emisiilor de HC și NO_x.

Caracteristicile testului ECE extraurban (v. fig. 2.2) sunt următoarele:

- Numărul de cicluri/test: 1;
- Durata ciclului: 400 s;
- Distanța parcursă: 6,955 km;
- Viteza medie: 62,6 km/h;
- Viteza maximă: 120 km/h.

Ciclul ECE mixt (v. fig. 2.3) a fost definit inițial de Directiva CEE nr. 91/441, apoi a fost preluat și de Regulamentul ECE-ONU nr. 83, fiind, de fapt, o însumare a ciclurilor europene urban și extraurban. Practic, la ora actuală, testele de determinare a emisiilor și a consumului, conform cerințelor EURO II și EURO III, sunt efectuate cu ajutorul ciclului ECE mixt, ciclu recunoscut în majoritatea țărilor europene.

Caracteristicile testului ECE mixt (tip 91/441) sunt următoarele:

- Structura ciclului: testul tip I (de 4 ori) + testul tip II (o singură dată);
- Durata ciclului: 1220 s.

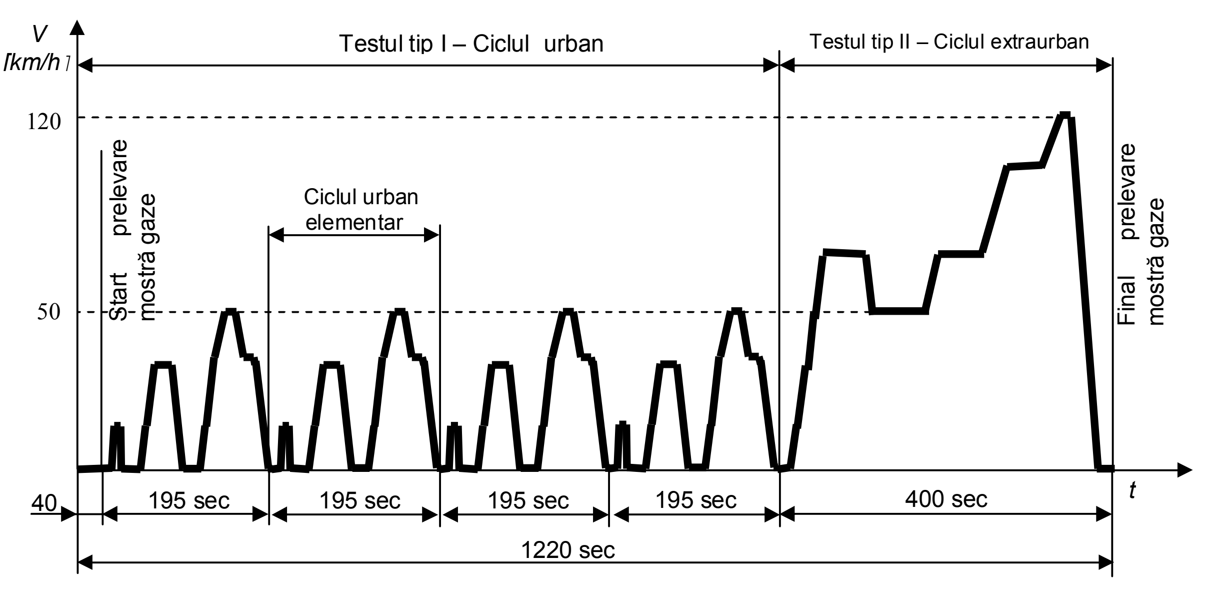


Fig. 2.3. *Structura ciclului ECE-ONU mixt*

Determinarea emisiilor motorului. Metodologia de determinare a emisiilor poluante pe standul cu frână dinamometrică este, în general, următoarea [128]:

- Se aduce motorul la temperatura optimă de funcţionare şi se reglează turaţia de ralanti în conformitate cu metoda prescrisă de constructor;
- Se calibrează analizorul de gaze, în principiu, de două ori (înainte şi după test), însă dacă testul durează mai mult de 2 ore, frecvenţa calibrării poate fi făcută şi în timpul testului, la intervale egale, prescrise, în general, de inginerul de test;
- Se efectuează măsurătorile, după stabilizarea motorului, pentru un minut, la fiecare din următoarele condiţii:

a. *Turaţia motorului*: 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 rot/min;

b. *Sarcina motorului*: sarcini parţiale (MAP 40, 60 şi 80 kPa) şi sarcină totală.

Măsurătorile efectuate vor viza următoarele performanţe:

- Puterea, momentul şi consumul la sarcină totală (caracteristica externă);
- Raportul aer/combustibil (λ);
- Concentraţia gazelor de evacuare (HC, CO, CO_2 şi NO_x);
- Factorul de corecţie pentru oxizii de azot (K_h), care sunt uşor influenţaţi de condiţiile de umiditate, calculat cu relaţia:

$$K_h = 1/[1-0.0329(H-10.71)] \quad [/], \tag{2.3}$$

unde: H este umiditatea absolută dată de relaţia:

$$H = [(6.211)\ Ra \times Pv\ ] / [Pa-(Pv \times Ra/100)] \quad [\text{kg apă/kg aer uscat}], \tag{2.4}$$

Ra – Umiditatea relativă a atmosferei, în %;

Pv – Presiunea vaporilor saturaţi, în kPa;

Pa – Presiunea atmosferică, în kPa.

La dispoziţia inginerului de test, pot fi efectuate şi alte măsurători auxiliare.

Metoda CVS (*Constant Volume Sampler* = Eșantionare cu volum constant) a fost adoptată, în 1982, de către toate țările, ca metodă standard de determinare a emisiilor de eșapament. Tot atunci au fost unificate și *procedeele de analiză* a gazelor, astfel:

- Pentru CO și CO_2, *aparate de absorbție NDIR* (Non-Dispersive InfraRed = Infraroșu nedispersiv);
- Pentru CH, *analizor cu flacără de ionizare*;
- Pentru NO_x, aparat cu *chemiluminiscență*.

Calibrarea consumului de combustibil se face, obligatoriu, în două ipostaze: *buclă deschisă* (O/L - *Open Loop*) și *buclă închisă* (C/L – *Close Loop*). Pentru ambele situații, metodologia și aparatura necesară calibrării consumului sunt aceleași, așa precum se va prezenta în cele ce urmează.

2.1.3.2. Calibrarea în buclă deschisă

Metodologia aferentă calibrării O/L presupune, de asemenea, trei ipostaze: *“motor rece și motor cald”, “motor rece”* și *“motor cald”.*

a. *Calibrarea “motor rece și motor cald”* are rolul de a menține raportul A/F în jurul valorii stoechiometrice (λ = 14.7 kg aer/kg comb.), fără a afecta draivabilitatea vehiculului, și vizează următoarele funcții:

- Controlul alimentării cu combustibil la ralanti;
- Optimizarea timpului necesar pentru obținerea amestecului A/F;
- Răcirea motorului și îmbunătățirea sarcinii și turației în buclă deschisă.

b. *Calibrarea “motor rece”* are rolul de a preveni supraalimentarea cu combustibil (bujii umede și fum negru), fără a se afecta prea mult draivabilitatea vehiculului, și vizează următoarele funcții:

- Controlul puterii motorului;
- Îmbunătățirea puterii și a accelerației.

c. *Calibrarea “motor cald”* are rolul de a preveni funcționarea cu detonații a motorului, fără afectarea draivabilității, și vizează următoarele funcții:

- Protejarea motorului și a catalizatorului;
- Îmbunătățirea puterii și a accelerației.

Toate cele trei ipostaze ale procesului de calibrare O/L a consumului de combustibil sunt studiate, de regulă, pe standul dinamometric. Cu ajutorul analizorului de gaze se determină, pentru un ciclu de conducere dat (de regulă, unul din ciclurile ECE-ONU), atât consumul la suta de kilometri cât și concentrația emisiilor poluante (HC, CO și NO_x). În funcție de obiectivul urmărit, pe standurile dinamometrice de dezvoltare se pot simula atât condițiile de trafic, cât și condițiile de mediu (temperatura mediului ambiant, umiditatea și viteza vântului).

Făcând o asociere între cele trei cicluri europene de testare și cele trei ipostaze de calibrare a consumului de combustibil, se poate constata următoarele:

- *Calibrarea “motor rece și motor cald”* poate fi dezvoltată cu ajutorul ciclului ECE-ONU mixt;
- *Calibrarea “motor rece”* poate fi dezvoltată cu ajutorul ciclului ECE urban; mai precis, pe prima parte a acestuia;
- *Calibrarea “motor cald”* poate fi dezvoltată atât cu ajutorul ciclului urban (în special, ultima parte a acestuia), cât, mai ales, cu ajutorul ciclului ECE extraurban.

Evident că, după fiecare test de emisii, se face o analiză a consumului de combustibil în corelație cu nivelul emisiilor. După această analiză, se decid acțiunile ce trebuie întreprinse din punct de vedere al calibrării ECM-ului.

2.1.3.3. Calibrarea în buclă închisă

Metodologia calibrării C/L își propune să prevină funcționarea cu detonații a motorului, fără afectarea draivabilității, și vizează următoarele funcții:

- Îmbunătățirea draivabilității;
- Diminuarea decelerărilor;
- Suprimarea alimentării cu combustibil la decelerații.

Ca principiu, calibrarea C/L este specifică MAS-urilor prevăzute cu senzor de oxigen și decurge după aceeași metodologie, ca și în cazul calibrării O/L, diferența constând numai în modul de funcționare a motorului (C/L în loc de O/L).

Determinarea consumului de combustibil, simultan cu testul de emisii, se face cu ajutorul computerului ce deservește analizorul de gaze și se bazează pe "balanța" atomilor de carbon ce se regăsesc în ecuația arderii.

Analizorului de gaze tip Pierburg (soft RPR 2000), în cazul ciclului european, operează cu următoarea formulă de calcul, pentru determinarea consumului de benzină [181]:

$$Q^{l}_{100} = \frac{0.866 \cdot (HC) + 0.429 \cdot (CO) + 0.273 \cdot (CO_2)}{d_b / 0.1154} \quad [\mathrm{l/100\ km}], \qquad (2.5)$$

unde: *HC* reprezintă emisiile de hidrocarburi, exprimate în g/km;
CO – emisiile de monoxid de carbon, în g/km;
CO_2 – emisiile de bioxid de carbon, în g/km;
d_b – densitatea benzinei, în g/ml.

Condițiile standard luate în calcul la determinarea maselor și, mai apoi, a densității, pentru testele ECE, sunt: 273.15 K (0°C) - temperatura și 101.33 kPa - presiunea.

2.1.4. Calibrarea pornirii la rece

Testele de laborator vizate de procesul de calibrare vehicul urmăresc, de regulă, optimizarea următoarelor funcții ale motorului:

- Alimentarea cu combustibil (pornire, ralanti, motor cald, motor rece, regimuri tranzitorii etc.);
- Pornirea la rece (motor rece și ambient rece).

Metodologia aferentă investigării, în condiții de laborator, a draivabilității vehiculului presupune parcurgerea unor proceduri de test în acord cu strategia cercetării, strategie stabilită de fiecare colectiv de proiectanți în acord cu particularitățile proiectului respectiv și cu propriul sistem de încercări.

Pentru exemplificare, în cele ce urmează va fi expusă, succint, procedura GM (*General Motors*) de testare a pornirii la rece a motoarelor cu aprindere prin scânteie (MAS). Scopul declarat al acestei proceduri este acela de a regla mecatronica motorului astfel încât, atât la temperaturi de regim (optime) cât și la temperaturi scăzute (-20°C), motorul sî pornească ușor și să funcționeze stabil la ralanti.

Înainte de acest test, se rulează cu vehiculul circa 1500 ... 5000 km, astfel încât motorul să se rodeze suficient. Se verifică apoi ca toate reglajele acestuia să fie conform specificaţiei de produs şi se va avea în vedere a se utiliza, pentru pornire, o baterie nouă, aceeaşi pentru toate testele, verificată, în prealabil, pentru a fi în acord cu nomenclatorul de produs.

După aceea, se introduce vehiculul în camera frigorifică şi se instalează pe acesta echipamentul de achiziţionare a datelor, avându-se în vedere măsurarea următorilor parametri:

- Tensiunea la bornele bateriei;
- Tensiunea la bornele demarorului;
- Tensiunea principală la bobina de inducţie;
- Curentul la bornele demarorului;
- Turaţia motorului;
- Temperatura uleiului din baia motorului;
- Temperatura lichidului de răcire a motorului;
- Temperatura electrolitului din baterie;
- Temperatura pe corpul demarorului;
- Temperatura aerului de admisie;
- Temperatura mediului înconjurător;
- Presiunea uleiului de motor.

Se aduce temperatura din camera frigorifică la -20°C şi, pentru uniformizare, se menţine acest palier pentru circa o oră (până ce ajunge şi uleiul din baie la această temperatură), după care se porneşte motorul, fără a se acţiona pedala de acceleraţie (în cazul motoarelor cu injecţie de benzină).

Cerinţele testului de pornire la rece sunt următoarele:

- Timpul de pornire: max. 10s;
- Tensiunea la bornele demarorului: min. 6V.

Evaluarea subiectivă a datelor înregistrate şi calibrarea efectivă a motorului, pentru a satisface pe deplin cerinţele pornirii la rece, presupune parcurgerea a trei etape importante (procedură Daewoo): pornirea, repornirea şi repetabilitatea.

1. Pornirea motorului are ca obiectiv major, în viziunea Daewoo, respectarea diagramei *target* a timpului de pornire (v. fig. 2.4).

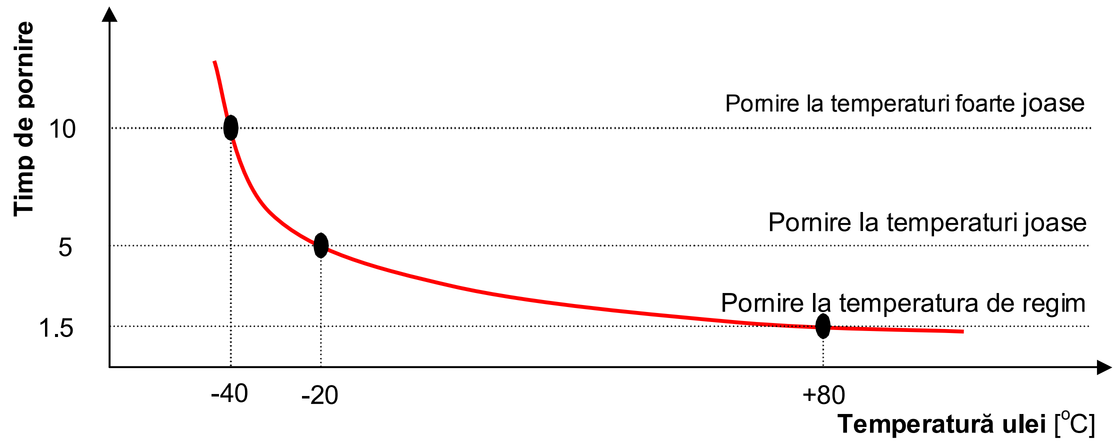


***Fig. 2.4.** Diagrama "target" a timpului de pornire*

Pentru motorul testat, se trasează *caracteristica pornirii la rece* (v. fig. 2.5) pe care se evidențiază palierele de 5 și 1.5 secunde, ca timp maxim admis pentru pornirea la temperatură scăzută (-20^{o}C) și, respectiv, la temperatura de regim (+80^{o}C), conform cu obiectivele din diagrama *target* (v. fig. 2.4).

Din considerentul combustiei în aer a vaporilor de benzină și limitată fiind de temperatura mediului ambiant, de turația de antrenare a demarorului (implicit de tensiunea la baterie) și, în fine, de calitatea benzinei utilizate, s-a dovedit, experimental, că pornirea la rece a motorului este posibilă, de regulă, în plaja pentru care amestecul aer/combustibil (A/F – *Air/Fuel*) are valori cuprinse în intervalul 3.0 ... 6.0 kg aer/kg comb (v. fig. 2.5).

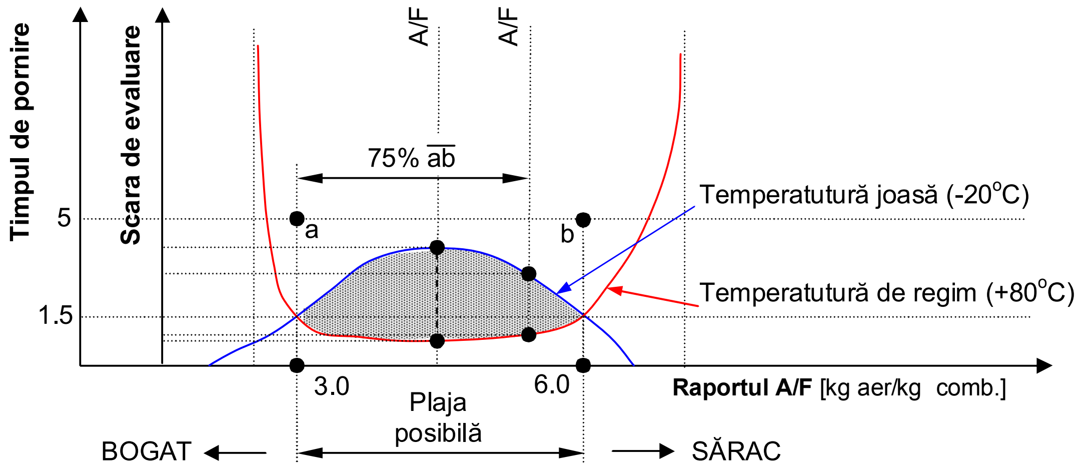


Fig. 2.5. *Caracteristica pornirii la rece a motorului*

2. Repornirea se face după circa 5 minute de la pornirea inițială a motorului, pentru circa 10 secunde. Evident, repornirea trebuie să se facă mult mai repede și, pentru aceasta, trebuie să se situeze cât mai aproape de limita **b** (amestec sărac), deoarece, după oprire, a rămas pe cilindri și pe canalizația de admisie o cantitate însemnată de combustibil.

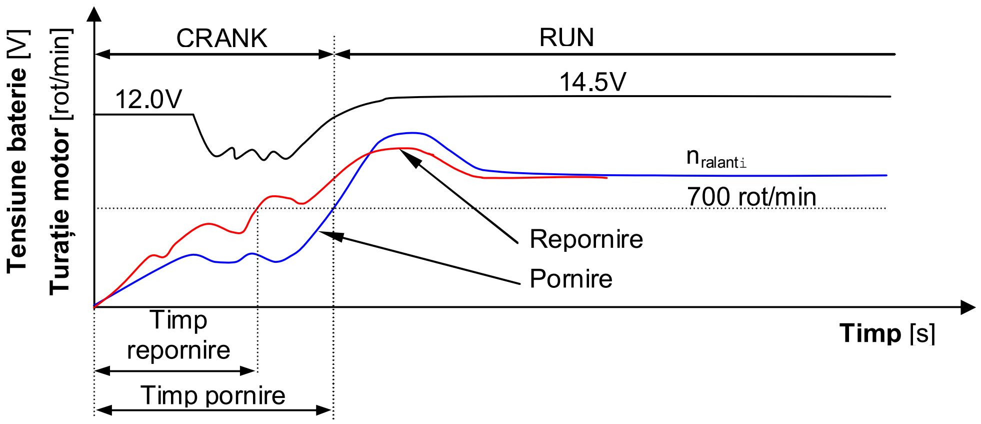


Fig. 2.6. *Diagrama de pornire-repornire la rece*

În figura 2.6 este prezentată diagrama de pornire-repornire la rece a unui MAS, evidențiindu-se, totodată, ce se înțelege prin timp de pornire, în accepțiunea Daewoo. Pragul convențional de 700 rot/min, față de care se face delimitarea timpului de pornire, coincide cu pragul de trecere de la modul de funcționare CRANK (turație demaror) la modul de funcționare RUN (turație ralanti) al motorului, moduri de funcționare controlate de ECM.

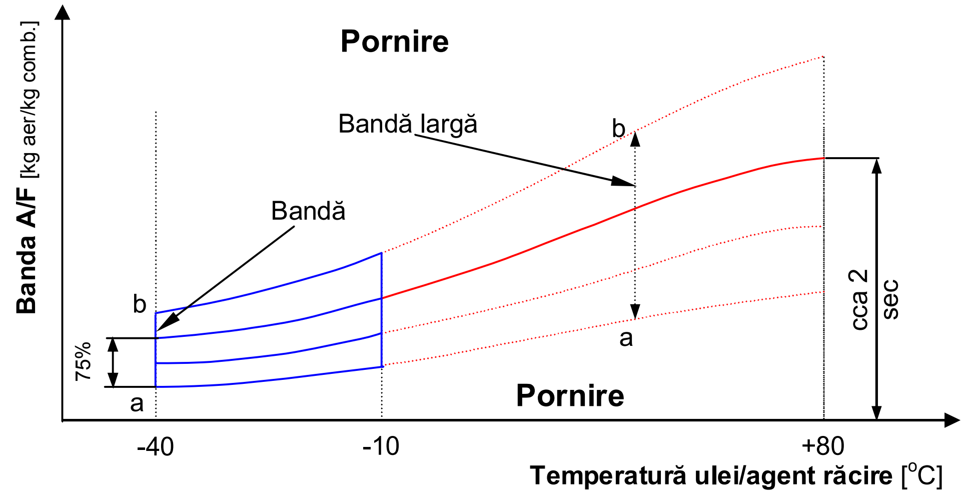


Fig. 2.7. *Varația bandei A/F în funcție de temperatura de pornire*

3. Repetabilitatea pornirii la rece, pentru a putea fi validată, se face pe cel puțin 5 motoare. *Banda A/F* (plaja) specifică pornirii la rece a motorului se adoptă, ca un compromis al optimizării celor trei etape. Conform practicii Daewoo, punctul de calibrare a pornirii la rece se va alege la circa 75% din lățimea benzii A/F (segmentul *ab*, din fig. 2.5). În figura 2.7 este prezentată variația bandei A/F în raport cu temperatura de pornire, pentru întreaga plajă a timpilor de pornire posibili.

Evaluarea subiectivă, pornind de la analiza diagramei de pornire-repornire la rece a motorului (v. fig. 2.5), depinde foarte mult de motorul testat, putând apare mai multe forme de diagrame și, ca urmare, mai multe notări ale aceluiași tip de motor. Acest tip de evaluare caracterizează pornirea la rece, prin notare de la 1 la 10, ținând cont de ușurința pornirii și de apariția vibrațiilor / trepidațiilor la pornire (mers galopant al motorului).

2.2. Calibrarea vehiculului în condiții de drum

Metodologia de calibrare a vehiculelor în condiții de drum vizează, pe de o parte, teste efectuate pe pista de încercări și, pe de altă parte, teste efectuate în condiții reale de trafic. Pentru ambele situații sunt evaluate draivabiltatea și performanțele dinamice ale vehiculului, așa precum se va arăta în cele ce urmează. Premisa de la care pornește investigarea acestei etape a procesului de calibrare este aceea că cerințele legale sunt concentrate, în totalitate, pe poluarea mediului, diagnosticare și securitate, în timp ce așteptările clienților sunt puternic caracterizate de dorința de individualitate (personalizare), de calitatea mobilității (draivabilitate), și de utilizare facilă, polivalentă (practic).

2.2.1. Calibrarea draivabilităţii vehiculului

Metodologia aferentă dezvoltării draivabilităţii în condiţii reale de drum are la bază mai multe proceduri de încercare, unele standardizate la nivel naţional sau internaţional, altele specifice fiecărei companii constructoare. În cele ce urmează, va fi prezentată, pentru exemplificare, metodologia de determinare a performanţei de *accelerare* a vehiculelor conform procedurii Daewoo [136].

Condiţiile generale de test sunt următoarele:

- Condiţii de drum: suprafaţă pavată uscată cu panta maximă de 1% şi lungimea, min. 2 km;
- Condiţii de mediu: temperatura atmosferică, [-1 ... 32] ^{o}C; viteza vântului, < 5 m/s.

Vehiculul testat trebuie să fie echipat şi reglat conform documentaţiei de produs. Pentru varianta cu transmisie manuală, metoda de testare a performanţelor de acceleraţie (demaraj) presupune parcurgerea următoarelor etape:

- Se rulează cu vehiculul minim 24 km la 80 km/h, înainte de testul propriu-zis, pentru a se stabiliza temperatura de regim a motorului şi a uleiului de transmisie;
- Se marchează pe calea de rulare linia de demarare a testului, aducându-se vehiculul cu roţile faţă pe această linie;

a. *Modul demarării accelerate*

- Se decuplează ambreiajul şi se cuplează vehiculul în treapta 1 de viteză;
- Se accelerează motorul la maxim, în timp ce ambreiajul este decuplat, după care acesta este cuplat, vehiculul demarând în forţă; această operaţie trebuie făcută cât mai repede posibil, minimizându-se totuşi, pe cât posibil, alunecarea anvelopelor prin ruperea aderenţei;
- Se trece apoi prin primele 3 viteze, schimbarea făcându-se de fiecare dată atunci când se atinge turaţia maximă a motorului; după fiecare schimbare, scurt, se apasă la maxim pedala de acceleraţie;
- Distanţa pe care trebuie să se facă aceste manevre este de 400 m;
- Într-un formular special, se vor consemna, cu această ocazie, datele menţionate în acesta; printre altele, se notează şi timpul după care se atinge viteza de 100 km/h.

b. *Modul accelerării în viteza a 3-a*

- Se menţine vehiculul la viteza de 30 km/h, în treapta a 3-a de viteze, după care se accelerează rapid parcurgându-se 400 m;
- Timpul necesar parcurgerii celor 400 m se consemnează în formularul specific;
- Se va consemna, de asemenea, timpul după care se atinge viteza de 80 km/h.

c. *Modul accelerării în viteza a 4-a*

- Se menţine, la start, vehiculul la viteza de 40 km/h, în treapta a 4-a de viteze, după care se accelerează rapid parcurgându-se un spaţiu care nu este prescris (de această dată);
- Timpul necesar parcurgerii celor 400 m se consemnează în formularul specific;
- Se va consemna, de asemenea, timpul după care se atinge viteza de 80 km/h.

d. *Modul accelerării în treapta de viteză maximă*

- Se menţine vehiculul la viteza de 80 km/h, în treapta de viteză maximă (de regulă, treapta a 5-a), după care se accelerează rapid parcurgându-se 400 m;
- Timpul necesar parcurgerii celor 400 m se consemnează în formularul specific;
- Se va consemna, de asemenea, timpul după care se atinge viteza de 120 km/h.

Evident, pentru cutiile de viteze mecanice cu 4 trepte, acest mod de testare se face în treapta a 4-a. În schimb, pentru transmisiile automate procedura este puţin diferită, dar nu se va insista asupra acesteia. Testele se fac pentru ambele direcţii de mers ale tronsonului de drum de 400 m, repetându-se de câte două ori pentru fiecare direcție de mers și făcându-se apoi media valorilor obținute. Nu se admit abateri mai mari de ±5%.

2.2.2. Determinarea performanțelor dinamice ale vehiculului

Determinarea vitezei maxime, conform procedurii Daewoo, presupune satisfacerea următoarelor condiții de test [135]:

- Drum uscat, neted, pavat, cu panta mai mică de 1%;
- Temperatura atmosferică: -10°C ... 32°C;
- Viteza vântului: 6m/s ... 9m/s.

Măsurarea vitezei maxime se face prin accelerarea totală a vehiculului, în ultima treaptă a cutiei de viteze, după ce, în prealabil motorul a fost adus la temperatura de regim, rulând cu acesta 24 km la o viteză mai mică cu 20 km/h decât palierul de viteză maximă prestabilit.

Măsurarea vitezei minime stabile. Conform SR 6926-11/1999, *viteză minimă stabilă* este cea mai mică viteză, în treapta de viteză dată, la care vehiculul se deplasează lin și silențios, reacționând rapid la apăsarea bruscă a pedalei de accelerație. Determinarea acesteia se face pentru toate treptele de viteză, lungimea traseului de încercare fiind de 200 m.

Măsurarea timpului minim de accelerare cu comutarea vitezelor. Conform SR 6926-11/1999, *timpul minim de accelerare cu comutarea vitezelor* este timpul necesar pentru ca vehiculul să atingă, la accelerarea de pe loc, palierul 0,9 v_{max}. Principiul metodei constă în măsurarea parametrilor de deplasare ai vehiculului (spațiu, timp, viteză) în timp ce acesta parcurge un traseu de încercare, prin accelerare de la 0, cu schimbarea treptelor de viteză.

Măsurarea timpului minim de accelerare pe distanțele de 400 m și 1000 m. Conform SR 6926-11/1999, *timpul minim de accelerare pe distanțele de 400m și 1000m* este timpul necesar pentru ca vehiculul să parcurgă 400 m, respectiv 1000 m, la accelerarea de pe loc. Principiul metodei constă în măsurarea timpului de accelerare pe distanțele de 400 m și, respectiv 1000 m, în condițiile demarării de pe loc cu schimbarea treptelor de viteză.

Măsurarea timpului minim de accelerare până la viteza dată. Conform SR 6926-11/1999, *timpul minim de accelerare până la viteza dată* este timpul necesar pentru ca vehiculul să atingă o viteză dată, la pornirea de pe loc. Principiul metodei constă în măsurarea timpului de accelerare necesar pentru ca vehicul să atingă viteza dată. Pentru autoturisme, *viteza dată* este de 100 km/h.

Măsurarea timpului de accelerare în treapta superioară de viteză. Conform SR 6926-11/1999, *timpul minim de accelerare în treapta superioară de viteză* este timpul necesar pentru ca vehiculul să ajungă de la viteza minimă stabilă la o viteză egală cu 0,9 v_{max} în treapta de viteză corespunzătoare. Principiul metodei constă în măsurarea timpului necesar pentru ca vehiculul să ajungă de la viteza minimă stabilă la viteza egală cu 0,9 v_{max}, acesta aflându-se în treapta superioară de viteză. Accelerarea vehiculului trebuie efectuată pe o porțiune de drum drept, prin apăsarea bruscă și completă a pedalei de accelerație și menținerea în această poziție până la atingerea vitezei de 0,9 v_{max}. Traseul de încercare se parcurge în ambele sensuri, deplasarea vehiculului realizându-se la viteza minimă stabilizată cu cel puțin 100 m înaintea momentului accelerării.

Pentru toate determinările efectuate în acord cu SR 6926-11/1999, masa totală a autoturismului trebuie să fie masa vehiculului în ordine de mers, majorată cu 180 kg sau cu jumătate din sarcina utilă, dacă aceasta este mai mare de 180 kg.

2.2.3. Validarea calibrării vehiculului

Validarea calibrării vehiculului este concretizată prin oficializarea specificaţiei tehnice a produsului şi presupune, în principiu, trei etape importante: *evaluarea preliminară a emisiilor*, *validarea draivabilităţii vehiculului* şi, în final, *validarea performanţelor vehiculului*.

Evaluarea preliminară a emisiilor de eşapament şi evaporative se bazează pe rezultatele calibrării O/L şi vizează, de regulă, următoarele elemente:

- Îmbunătăţirea limitelor puterii şi demarajului;
- Alimentarea cu combustibil la ralanti;
- Caracteristica aprinderii;
- Recircularea gazelor de carter;
- Influenţa sarcinii şi a altitudinii asupra emisiilor de eşapament;
- Efectele sistemului pentru controlul aerului la ralanti asupra emisiilor.

Validarea draivabilităţii presupune, de regulă, derularea unor teste în condiţii normale de trafic, teste vizând, în principal, următoarele aspecte:

- *Testarea în cameră frigorifică*, test care urmăreşte, de această dată, măsurarea turaţiei şi a consumului de combustibil la ralanti, în condiţii de ger, precum şi determinarea debitului pompei de benzină în condiţiile în care tensiunea bateriei scade considerabil;
- *Călătoriile pentru testare la rece*, care au scopul principal de a evalua pornirea motorului în condiţii montane severe (ger şi altitudine);
- *Testarea în cameră climaterică*, la temperatură ridicată, test care are scopul de a evalua, în principal, alimentarea cu benzină la ralanti, în condiţii de caniculă, accelerările şi decelerările precum şi emisiile evaporative;
- *Călătoriile pentru testare la cald*, în condiţii caniculare, care au scopul de a evalua pornirea la cald, umplerea rezervorului de benzină, *feedbackul* combustibilului în regimuri tranzitorii, performanţele dinamice ale vehiculului, emisiile evaporative şi temperatura catalizatorului în raport cu sarcina;
- *Evaluarea subiectivă a draivabilităţii vehiculului cu motorul cald* este un test final de drum, cel mai reprezentativ pentru modul normal de exploatare a vehiculului şi, de aceea, şi cel mai important, ca etapă a procesului de validare a calibrării;
- *Testarea finală a emisiilor vehiculului*, care urmăreşte, de fapt, o *îngheţare* a hardului şi a softului, ştiut fiind că, pe tot parcursul procesului de calibrare, alimentarea cu combustibil şi ralantiul sunt continuu fin ajustate, pentru a se obţine un delicat echilibru performanţe-emisii.

METODOLOGIA de validare a draivabilităţii vehiculului decurge, în funcţie de aspectul urmărit, după o serie întreagă de proceduri specifice fiecărui constructor. Pentru exemplificare, în cele ce urmează se va prezenta procedura GM (*General Motors*) de evaluare subiectivă a draivabilităţii vehiculului cu motor cald [164].

Condiţiile de test:

- Drum pavat uscat, de preferinţă fără trafic;
- Se înregistrează tipul combustibilului folosit, condiţiile de test ale vehiculului (presiunea în pneuri, sarcina, transmisia etc.) şi condiţiile de mediu (viteza vântului, în special);
- Testul poate avea loc pe orice tip de vreme, cu condiţia ca viteza vântului să fie mai mică de 25km/h sau rafalele acestuia să fie mai mici de 40km/h;
- La temperaturi mai mici de –18°C, se va rula cu vehiculul, în prealabil, minim 32km;

- Sarcina electrică a vehiculului poate fi schimbată de inginerul de încercări, pentru obținerea unor informații necesare testului, prin conectarea sistemelor de achiziție a datelor etc.;
- Imediat după pornirea motorului, se aprind luminile de drum pe faza lungă și se activează dezaburirea lunetei, dacă această opțiune există.

Procedura de lucru:

1. Stop și funcționare la ralanti, timp de 10s;
2. Demaraj cu clapeta de accelerație deschisă la ¼, până se atinge 50km/h;
3. Rulare, pentru câteva secunde, la viteza de 50km/h, pe drum drept;
4. Stop și funcționare la ralanti, timp de 10s;
5. Demaraj fluctuant, alternând deschiderea clapetei de accelerație la ½ cu o oprire bruscă, într-un spațiu de 0.5 ... 1.5m, urmată imediat de o altă accelerare la ½, demarajul total costând în 6 astfel de pași;
6. Demaraj cu clapeta de accelerație deschisă la ½, până se atinge 55km/h;
7. Rulare, pentru câteva secunde, la viteza de 55km/h, pe drum drept (pentru cutia de viteze manuală, rularea se va face în ultima treaptă de viteze);
8. Stop și funcționare la ralanti, timp de 10s;
9. Demaraj cu clapeta de accelerație deschisă la ¾, până se atinge 70km/h;
10. Rulare, pentru câteva zeci de secunde, la viteza de 70km/h, pe drum drept;
11. Accelerare ușoară până la 80km/h;
12. Rulare, pentru câteva zeci de secunde, la viteza de 80km/h, pe drum drept;
13. Stop și funcționare la ralanti, timp de 10s;
14. Demaraj cu clapeta de accelerare complet deschisă până la 90km/h;
15. Rulare, pentru câteva zeci de secunde, la viteza de 90km/h, pe drum drept (pentru cutia de viteze manuală, rularea se va face în ultima treaptă de viteze).
16. Rulare, prin decelerare, de la 90km/h la 25km/h, pe drum drept;
17. “Accelerare controlată“, la 7kPa (depresiunea din galeria de admisie), până la 55km/h și, apoi, decelerare până la 25km/h;
18. Rulare, pentru câteva zeci de secunde, la viteza de 25km/h, pe drum drept;
19. “Accelerare controlată“, la 14kPa, până la 55km/h și, apoi, decelerare până la 25km/h;
20. Rulare, pentru câteva zeci de secunde, la viteza de 25km/h, pe drum drept;
21. “Accelerare controlată“, la 20kPa, până la 55km/h și, apoi, decelerare până la 25km/h;
22. Rulare, pentru câteva zeci de secunde, la viteza de 25km/h, pe drum drept;
23. “Accelerare controlată“, la 28kPa, până la 55km/h și, apoi, decelerare până la 25km/h;
24. Rulare, pentru câteva zeci de secunde, la viteza de 25km/h, pe drum drept;
25. “Accelerare controlată“, la 34kPa, până la 55km/h și, apoi, STOP.

Evaluarea ralantiului la pornirea de pe loc, în rampă (cu frâna de serviciu acționată, cuplând în viteza I și decuplând ușor ambreiajul):

26. Evaluarea ralantiului, pe loc, fără a roti volanul, cuplând, pentru 1 min, aerul condiționat;
27. Evaluarea ralantiului, pentru un minut, demarând, prin accelerare ușoară și pornind, în același timp, aerul condiționat, pornire urmată de o rotire la maxim a volanului, spre stânga, apoi și spre dreapta, după care se oprește vehiculul și se readuce volanul la centru, poziție corespunzătoare mersului în linie dreaptă;
28. Evaluarea ralantiului, pe loc, pentru 1 minut, fără cuplarea aerului condiționat.

Evaluarea repornirii la cald:

29. Pornire motor și condiționare vehiculul, timp de 5 minute, la temperatura mediului ambiant. Se lasă aerul condiționat pe poziția ON, după care se înregistrează timpul de pornire (fiecare secundă peste limita de 3s presupune un punct în minus la evaluarea subiectivă);

30. Funcționare la ralanti, pe loc, timp de 10s;
31. Demaraj cu clapeta de accelerație ¼ deschisă, până la 50km/h;
32. Rulare, timp de câteva zeci de secunde, la viteza de 50km/h (în timpul minim necesar evaluării, vehiculul nu trebuie să parcurgă mai mult de 0.5km);
33. Stop și funcționare la ralanti pentru 10s;
34. Demaraj cu clapeta de accelerație deschisă la ½, până la 55km/h;
35. Rulare, timp de câteva zeci de secunde, la viteza de 55km/h;
36. Stop și funcționare la ralanti pentru 10s.

Evaluarea virajului (rotirile de 90° la volan simulează manevra tipică de virare la 90° într-o intersecție; rotirile de 180° la volan simulează manevra de întoarcere cu bracarea la maxim);

37. Rotire stânga a volanului la 90°, când se ajunge la viteza de 25km/h, și, după aceea, accelerare până la 30km/h, urmată de o decelerare până la 25km/h;
38. Rotire dreapta a volanului la 90°, când se ajunge la viteza de 25km/h, și, după aceea, accelerare până la 30km/h, urmată de o decelerare până la 25km/h;
39. Rotire completă stânga, la 25km/h, printr-o virarea la 90° a volanului, în primă fază, urmată de o scurtă pauză; printr-o rotire adițională la 90° a volanului, se completează virarea completă la stânga (total 180°), reluându-se viteza de 25km/h a vehiculului;
40. Rotire completă dreapta, la 25km/h, printr-o virare la 90° a volanului, în primă fază, urmată de o scurtă pauză; printr-o rotire adițională la 90° a volanului, se completează virarea completă la dreapta (total 180°), reluându-se viteza de 25km/h a vehiculului;
41. Oprire vehicul, scoatere din viteză și luare contact aprindere.

Evaluarea draivabilității:

- Total punctaj acordat: 100, minus suma punctajelor *demerit* ale evaluării subiective;
- Demeritul maxim: 100 (în acest caz, punctajul obținut este 0);
- Demeritul tendinței de oprire a motorului:
  - 6 puncte pentru fiecare tendință de oprire la ralanti;
  - 12 puncte pentru fiecare tendință de oprire în timpul rulării, inclusiv în timpul accelerărilor și decelerărilor;
  - 1 punct pentru fiecare secundă de întârziere la repornire, peste cele 3s admise ca limită optimă de pornire la cald;
- Demeritul pentru funcționarea proastă a motorului și/sau aprinderea unui martor de avariere:
  - 12 puncte, dacă remedierea defectului apărut se impune anterior sau în timpul testului;
  - 12 puncte, dacă aprinderea unui martor de avariere a motorului apare în timpul pregătirii sau al derulării testului;
- Demeritul pentru deranjamentele motorului (v. tabelul 2.1).

Tabelul 2.1. *Demeritul deranjamentelor motorului*

Deranjamentul	**Bun** sau **Fără**	**Ușor** sau **Urme**	**Mediu** sau **Moderat**	**Grav** sau **Sever**
	0	1	3	5
• Mers uniform • Mers trepidant/galopant • Mers ezitant/instabil • Mers cu detonații/postaprinderi • Evaluare ralanti • Detonații întreținute • Dieseling (> 2 detonații audibile)				

2.3. Strategia calibrării vehiculelor

Strategia procesului de calibrare a vehiculelor comportă, în principal, două aspecte ce trebuie evidențiate: *strategia calibrării EMS* și *strategia calibrării GMP*. Strategia calibrării EMS intră, de regulă, în responsabilitatea firmei producătoare a ECM-ului sau a altor institute de cercetare, în timp ce strategia calibrării grupului motopropulsor (GMP) intră, în general, în responsabilitatea constructorului de vehicule.

2.3.1. Strategia calibrării EMS

Sistemul de gestionare a motorului (EMS – *Engine Management System*) este rezultatul unor cerințe regulamentare mereu crescânde, pe plan mondial, cerințe destul de diverse de la o țară la alta, dar care converg totuși către aceleași obiective majore: economia de combustibil, îmbunătățirea performanțelor, autodiagnosticarea și, nu în ultimul rând, reducerea costurilor, a masei proprii a automobilului și a emisiilor acestuia.

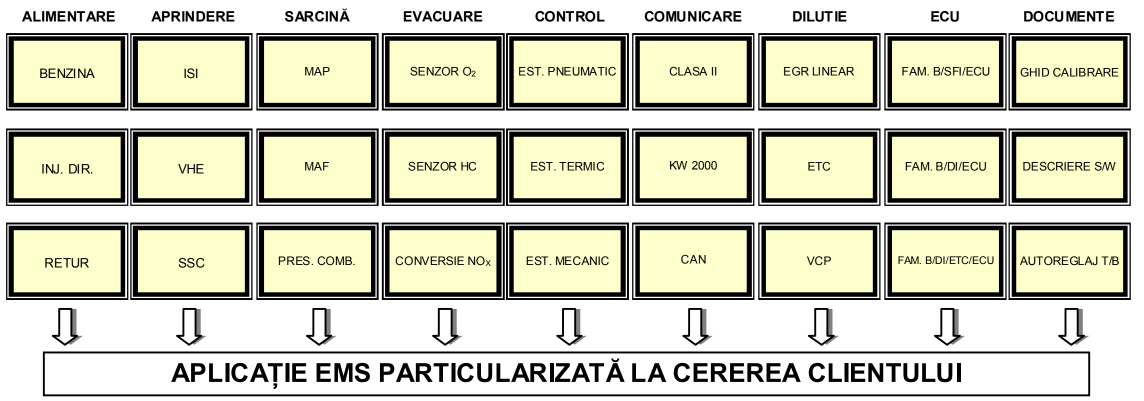
Gestionarea motorului este știința echipării și calibrării unui motor cu scopul de a realiza cea mai curată (posibil) exhaustare a gazelor de eșapament, în condițiile în care sistemul de diagnosticare veghează continuu și nu sunt afectate performanțele și economia de combustibil. Arhitectura sistemelor avansate de gestionare integrează componente hard cu algoritmi sau softuri speciale de gestionare a motorului, care sunt ușor adaptate la configurația platformei globale (vehicul) sau a grupului motopropulsor (GMP).

În general, un sistem de gestionare a motorului (EMS) controlează următoarele funcții:

- *Sarcina motorului*, ca masă a fluxului de aer sau ca densitate a vitezei de curgere a acestuia în canalizația de admisie;
- *Alimentarea cu combustibil*, ca debit sau ca presiune a acestuia în rampa de injecție;
- *Injecția de combustibil*, ca doză și ca sincronizare cu ciclul de funcționare a motorului la nivelul fiecărui cilindru;
- *Aprinderea*, ca avans la producerea scânteii și ca unghi/timp Dwell (contacte ruptor-distribuitor închise);
- *Prevenirea detonațiilor*, prin sesizarea lor și autoreglarea avansului la aprindere;
- *Stabilitatea ralantiului*, ca avans la aprindere și depresiune în galeria de admisie;
- *Optimizarea cuplului motorului*, în funcție de necesități, cu ajutorul senzorului de poziție a pedalei de accelerație;
- *Adaptarea cuplului motor* la regimul de exploatare (tracțiune sau croazieră);
- *Recircularea gazelor de evacuare*, prin intermediul supapei EGR (*Exhaust Gas Recycling*), cu scopul optimizării emisiilor NO_x;
- *Funcționarea în buclă închisă* (C/L), optimizând raportul aer/combustibil cu ajutorul senzorului de oxigen;
- *Diagnosticarea sistemului*, fie cu ajutorul aparaturii de bord fie cu ajutorul scanerului;
- *Interfațarea cu transmisia automată*, atunci când vehiculul este prevăzut cu acest tip de transmisie;
- *Comunicarea datelor seriale*, de la TCM sau ECM, către scanerul de diagnosticare, pentru a putea fi citite;

- *Interfațarea cu sistemul A/C* (*Air Conditioning* – Aer Condiționat), opțional, atunci când vehiculul este prevăăzut cu aer condiționat;
- *Interfațarea cu ventilatorul motorului*, opțional, atunci când vehiculul este prevăzut cu electroventilator pentru răcirea motorului.

În strategia Delphi, liderul mondial în domeniu, sistemul de gestionare a motorului (EMS) are o ***arhitectură modulară***, constituită din blocuri hard și soft care pot fi asamblate și extinse pentru a întruni o varietate de cerințe din întreaga lume. *Softul* oferă o particularizare EMS ușoară, putând deservi astfel diverse sisteme, practic fără a fi nevoie de un alt soft pentru fiecare caz în parte. *Hardul*, de asemenea, este proiectat pentru a fi compatibil cu mai multe module soft, simplificându-se astfel aplicarea soluțiilor dorite.



ALIMENTARE	APRINDERE	SARCINĂ	EVACUARE	CONTROL	COMUNICARE	DILUTIE	ECU	DOCUMENTE
BENZINA	ISI	MAP	SENZOR O_2	EST. PNEUMATIC	CLASA II	EGR LINEAR	FAM. B/SFI/ECU	GHID CALIBRARE
INJ. DIR.	VHE	MAF	SENZOR HC	EST. TERMIC	KW 2000	ETC	FAM. B/DI/ECU	DESCRIERE S/W
RETUR	SSC	PRES. COMB.	CONVERSIE NO_X	EST. MECANIC	CAN	VCP	FAM. B/DI/ETC/ECU	AUTOREGLAJ T/B

APLICAȚIE EMS PARTICULARIZATĂ LA CEREREA CLIENTULUI

Fig. 2.8. *Scenariu de configurare a unui EMS conform arhitecturii modulare Delphi*

În figura 2.8 este prezentat un scenariu de configurare a unui EMS, în acord cu arhitectura modulară concepută de renumita firmă americană Delphi. Conform acestui scenariu, clientul optează pentru un sistem cu injecție directă de benzină, incluzând și alte module specifice, la alegerea acestuia.

Se observă că strategia Delphi de modularizare EMS se bazează pe nouă grupe de module software, adevărate biblioteci de date, din care clientul poate selecta numai acele module care îl interesează, rezultând astfel o aplicație EMS particularizată conform nevoii sale.

1. **Alimentarea** cu combustibil constituie principala grupă de module S/W (*Software*) și oferă posibilitatea de a se opta pentru o anume particularitate a acestei funcții, cum ar fi:
   - Tipul combustibilului folosit (benzină, motorină, etanol etc.);
   - Modul de formare a amestecului carburant (carburație, injecție directă, injecție indirectă monopunct, injecție indirectă multipunct etc.);
   - Existența sau inexistența circuitului de retur pentru surplusul de combustibil livrat de pompa de alimentare.
2. **Aprinderea** amestecului carburant, în cazul MAS, constituie a doua mare grupă de module S/W și permite a se opta între mai multe variante ale acestei funcții, cum ar fi:
   - Tipul controlului arderii: *total*, tip ISI (ISI – *Ion Sense Ignition*, sistem care detectează prezența ionilor în camera de ardere, identificând astfel detonațiile și celelalte anomalii ale arderii, la nivelul fiecărui cilindru); *parțial*, cu senzor de detonație; *fără control* (necontrolat);
   - Tipul energiei de producere a scânteii: *variabilă*, tip VHE (VHE – *Variable High Energy*) sau *constantă*, tip CHE (CHE – *Constant High Energy*);

- Tipul bobinei de inducţie: câte una pentru fiecare bujie (SSC - *Single Spark Coil*) sau una pentru toate bujiile (DSC – *Dual Spark Coil*).

3. **Sarcina** motorului constituie o altă mare grupă de module S/W şi permite a se opta între mai multe variante de control ale acestei funcţii, cum ar fi:
   - Senzorul MAP (*Manifold Absolute Pressure* – Presiune absolută la admisie);
   - Senzorul MAF (*Manifold Absolute Flow* – Debit absolut în galeria de admisie), care înlocuieşte, de regulă, senzorii MAP şi MAT;
   - Senzorul pentru presiunea combustibilului.
4. **Evacuarea** gazelor arse se constituie într-o altă grupă de module S/W şi permite, de asemenea, a se opta între mai multe variante de control ale acestei funcţii, şi anume:
   - Senzorul de oxigen;
   - Senzorul de hidrocarburi;
   - Conversia oxizilor de azot.
5. **Controlul** modelului matematic de bază, ca modalitate de prelucrare a datelor, constituie, de asemenea, o grupă importantă de module S/W, putându-se opta, de regulă, pentru următoarele variante de estimatoare (sisteme de estimare a unei mărimi fizice pe baza unui algoritm specific şi a unuia sau mai multor senzori):
   - Estimator pneumatic;
   - Estimator termic;
   - Estimator mecanic (de regulă, cu cuplu).
6. **Comunicarea** informaţiilor la bord, în cazul firmei Delphi, se constituie, de asemenea, într-o grupă de module S/W, astfel încât să poată răspunde atât la tendinţa de standardizare în domeniu cât şi la alte priorităţi şi particularităţi specifice anumitor ţări. Aceste grupe pot fi:
   - Magistrală serială: clasa II (*Class II Serial Bus*) sau un alt tip;
   - Diagnosticare: *Keyword 2000* (KW 2000) sau alt tip;
   - Sistem de navigaţie: CAN (*Controller Area Network*) sau alt tip.
7. **Diluţia** amestecului proaspăt cu gaze de evacuare, în scopul reducerii emisiilor de NO_x, constituie o grupă separată de module S/W, putându-se opta pentru următoarele variante:
   - Supapă EGR cu caracteristică liniară;
   - Sistem ETC (*Electronic Throttle Control* – Control electronic al acceleraţiei);
   - Distribuţie variabilă (VCP - *Variable Cam Phaser*), soluţie care permite o reducere a emisiilor de hidrocarburi cu 25 ... 30% şi a celor de NO_x cu 2 ... 6% simultan cu o creştere a momentului cu 6 ...13% şi a puterii maxime cu circa 3%.
8. **ECU** (*Engine Control Unit* – Bloc electronic pentru controlul motorului), în concepţia Delphi, este gândit în patru variante majore:
   - Familia A, pentru MAS-uri destinate pieţelor în curs de dezvoltare;
   - Familia B, pentru MAS-uri destinate, global, pieţelor dezvoltate;
   - Familia C, pentru MAS-uri destinate programelor de cercetare;
   - Familia D, pentru MAC-uri.

Fiecare familie, la rândul ei, poate avea mai multe configurări, în funcţie de anumite opţiuni majore (SFI – *Sequencial Fuel Ignition*, DI – *Direct Injection* etc.).

9. **Documentele** printabile sau afişabile puse la dispoziţia beneficiarului se constituie, în sfârşit, într-o ultimă grupă de S/W, cum ar fi:
   - Ghidul de calibrare a softului;
   - Descrierea softului;
   - Ferestre de dialog pentru autoreglare (T/B – *Toolboxes*).

Începând din anii ’90, se vorbeşte deja de sisteme avansate de gestionare a motorului (AEMS – *Advanced Engine Management System*), sisteme care, pe lângă *arhitectura modulară*, mai includ alte două facilități majore: *instrumente de dezvoltare rapidă a calibrării* (*RapidCal*) și *controlul modelului de bază* (MBC – *Model-Based Controls*). Exemplul din figura 2.8 prezintă, așa precum se poate observa, și elemente constructive care țin de sistemele avansate de gestionare a motorului.

Arhitectura modulară prezintă următoarele avantaje și particularități:

- Configurarea EMS se face ușor, prin asamblarea selectivă, din seturi de softuri și de harduri unificate, interschimbabile, a unor module pentru controlul motorului sau al grupului motopropulsor;
- Permite furnizorilor de echipamente originale (OEM – *Original Equipment Manufacturers*) să particularizeze construcția sistemelor de gestionare a motorului (EMS) pentru piețe complet diferite;
- Softul are posibilități de adăugare/ștergere;
- Sistemele sunt proiectate cu un număr minim de controale electronice de bază, care pot fi însă extinse dacă este nevoie;
- Componenta hard este interschimbabilă între sistemele rezultate;
- Softul poate fi utilizat în combinații diverse, rezultând astfel o diversitate de sisteme.

Instrumentele de dezvoltare rapidă a calibrării (RapidCal) oferă, de asemenea, următoarele avantaje:

- Realizarea rapidă a prototipului permite evaluarea imediată a performanțelor noilor sisteme dezvoltate;
- Rezultatele pot fi evaluate atât pe modelele de serie cât și pe prototipul realizat rapid, verificându-se astfel corectitudinea implementării.

Controlul modelului de bază (MBC – *Model Based Controls*) prezintă următoarele avantaje și facilități:

- Algoritmii de control sunt reproiectați în jurul modelelor fizice de bază sau al reprezentărilor matematice ale “lumii reale”.
- Modificarea anumitor componente necesită adaptarea datelor calibrării numai pentru acestea, fără a afecta întregul sistem;
- Tehnologiile MBC includ estimatori termali și pneumatici, controlul global al combustibilului vehiculat, prin raportare la modelul de bază, și controlul individual al alimentării, la nivelul fiecărui cilindru.

Dezvoltarea sistemelor avansate de gestionare a motoarelor (AEMS - *Advanced Engine Management Systems* sau AECS - *Advanced Engine Control Systems*) pentru MAS-uri a fost impusă de necesitatea reducerii drastice a consumului de combustibil și a emisiilor de eșapament. În plus, în cazul cerințelor OBD II, emisiile trebuie să se mențină în limitele impuse, îmbunătățindu-se astfel durata și costul intervențiilor în service. Până în 1999, firma Delphi dezvolta astfel de sisteme folosind presiunea din cilindrii motorului ca pe o variabilă *feedback* primară. Soluția aceasta a fost însă deja abandonată din considerente de cost, fiabilitate și dificultăți de constituire a kiturilor, în special datorită senzorilor de presiune în cilindrii motorului, senzori incluși în bujii. Recent, Delphi a dezvoltat un sistem de control al motorului bazat pe presiunea de referință din cilindru, sistem caracterizat prin gestionarea raportului de compresie (PRM - *Pressure Ratio Managemetnt*), fără a mai fi necesari senzorii de presiune incluși în bujii. Acest sistem optimizează, pentru fiecare cilindru în parte, avansul la aprindere și raportul aer/combustibil și, la modul global, recircularea gazelor de evacuare (EGR) cu scopul de a obține un bun consum de combustibil și emisii reduse pe toată durata de exploatare a vehiculului.

Aşadar, aproape toate EMS-urile din generaţia curentă presupun deja existenţa unui soft destul de semnificativ. Totuşi, deocamdată, este destul de greu să se cuantifice siguranţa sau calitatea unui astfel de soft şi, de aceea, se ridică imediat două întrebări:

- Ca utilizator al unui vehicul prevăzut cu un astfel de EMS, cum pot fi asigurat că softul întruneşte un anumit standard de calitate, pentru a-şi justifica utilizarea?
- Ca realizator al unui astfel de soft, ce tehnici de dezvoltare trebuie să utilizez şi cum pot să îmi asigur clienţii despre calitatea acestuia?

În cele ce urmează, se va încerca să se dea un răspuns rezonabil la aceste două întrebări, evitându-se orice abordare gazetărească sau subiectivă a acestei probleme strategice majore, problemă care tinde să devină deosebit de importantă, pe zi ce trece, şi care îi preocupă deja, la modul cel mai serios, pe specialiştii în calibrarea vehiculelor. Abordarea acestei probleme presupune parcurgerea a trei etape majore, după cum urmează [90]:

- *Evaluarea factorilor de risc*, prin raportare la un EMS – model;
- *Evaluarea integrităţii softului*, prin raportare la factorii de risc;
- *Evaluarea metodelor de dezvoltare*, prin raportare la integritatea softului.

Rezultanta acestor evaluări, aşa precum se va vedea, va sugera o posibilă standardizare în domeniu, tendinţă deja conturată în ultimii ani, însă orientată, deocamdată, numai către direcţiile care îl favorizează, evident, pe producător.

2.3.1.1. Evaluarea factorilor de risc

Cu scopul de a avea o imagine globală asupra modului de lucru al unui soft destinat gestionării unui motor auto, pentru început, se va defini, într-un mod simplist, un model (reprezentativ) de sistem de gestionare a motorului (EMS). Componenţa unui astfel de model este cea prezentată în figura 2.9 [90].

Motorul de bază nu conţine, de fapt, un soft propriu. El îşi realizează însă funcţiile în conformitate cu un control logic care vizează obţinerea anumitor performanţe optime (turaţie,

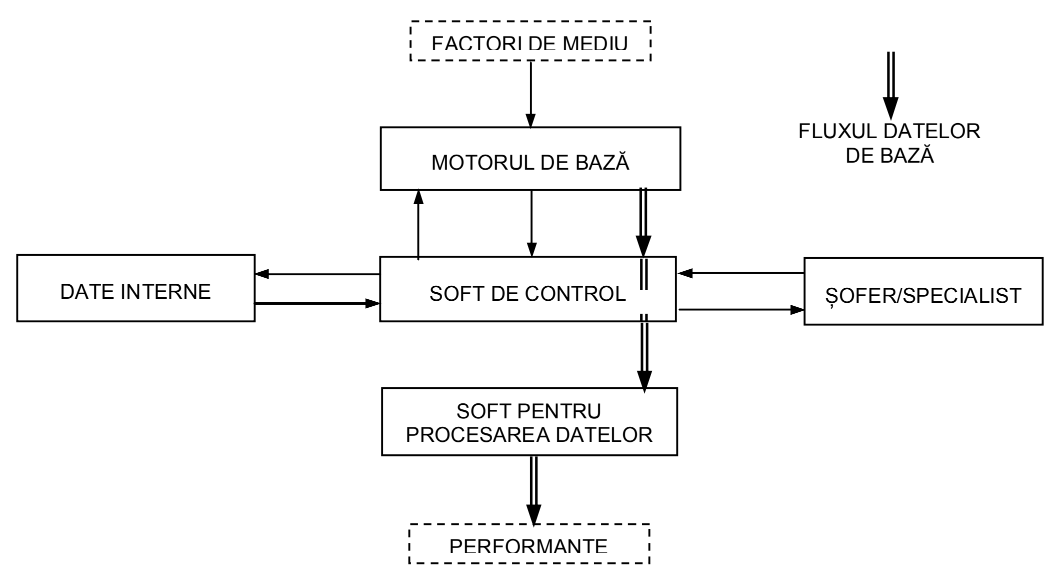


Fig. 2.9. *Schema de principiu a unui EMS - model*

cuplu, putere etc.), în funcţie de regimul de exploatare, factorii de mediu şi alte particularităţi constructive ale vehiculului. Pentru aceasta, toate sistemele motorului sunt prevăzute cu senzori şi actuatori corespunzători, de tip analog sau digital.

Softul de control prelucrează informaţiile primite de la motorul de bază şi le transformă în acţiuni, astfel încât acesta să funcţioneze la parametrii optimi.

Softul pentru procesarea datelor face o serie de calcule pe baza datelor primite de la motor, de regulă, în cooperare cu softul de control, cu scopul de a obţine performanţele dorite.

Datele interne sunt păstrate în memoria sistemului care gestionează motorul şi un exemplu tipic de astfel de date sunt datele de calibrare a softului.

Şoferul sau specialistul care utilizează autovehiculul, sub o formă sau alta, poate dialoga cu softul de control, uneori sub forme dintre cele mai complexe (de la dialogul vizual simplu la cel auditiv polivalent).

În această prezentare a modelului EMS, nu s-a precizat nimic despre localizarea softului. De exemplu, softul de control ar putea fi inclus chiar în motorul de bază, în timp ce softul de procesare a datelor ar putea fi inclus într-un PC sau într-un post de comandă (asociat cu locul şoferului).

Fluxul datelor de bază (gestionare/calibrare motor) este un element cheie în structura modelului EMS prezentat în figura 2.9. Cerinţa majoră, în acest sens, este aceea de a arăta că procesarea şi întregul flux al acestor date au o integritate corespunzătoare.

Primul pas în acţiunea de evaluare a factorilor de risc presupune o caracterizare a sistemului de gestionare a motorului (EMS) în acord cu acele aspecte care vizează riscul. Dintre acestea, cele mai importante sunt: importanţa crucială a utilizării softului, complexitatea controlului, complexitatea procesării datelor şi cerinţele legale.

Importanţa crucială a utilizării softului. Evident că utilizarea anumitor sisteme de gestionare a motorului (EMS) poate fi mai importantă decât a altora. De exemplu, atunci când legislaţia dintr-o anumită ţară nu impune limite foarte stricte pentru emisiile poluante, nu este avantajos să se utilizeze un sistem de gestionare a motorului din generaţia OBD II. Pe de altă parte, acolo unde este obligatorie utilizarea sistemelor OBD II, un alt sistem de gestionare a motorului, mai puţin performant, este imposibil a fi folosit.

Pentru a face o evaluare obiectivă a importanţei utilizării softului, se întrebuinţează, în general, o scală în creştere cu următoarele nivele:

- *Nivelul C* (*Critical* – importanţă crucială, la modul general);
- *Nivelul BC* (*Business Critical* – importanţă crucială pentru afaceri);
- *Nivelul PLC* (*Potentially Life Critical* – importanţă crucială potenţial vitală);
- *Nivelul LC* (*Life Critical* – importanţă crucială vitală).

Una dintre problemele majore legate de importanţa crucială a utilizării softului este aceea că un furnizor poate fi insuficient informat asupra nivelului de importanţă al aplicaţiei pe care o dezvoltă. Pe de altă parte, utilizatorul poate să aprecieze singur dacă sistemul de gestionare a motorului este potrivit pentru aplicaţiile unde se cere o importanţă crucială însemnată, deşi furnizorul poate prefera să excludă o astfel de utilizare.

Complexitatea controlului. Funcţia de control a softului poate varia de la o prezenţă aproape inexistentă până la o complexitate substanţială. Efectele controlului vor fi vizibile pentru operator numai în acele cazuri în care acesta dispune de nişte opţiuni. Altfel, anumite funcţii de control pot fi invizibile, cum ar fi funcţia de autodiagnosticare, care ajută la identificarea unei disfuncţionalităţi a softului.

Multe funcţii de control sunt concepute pentru a simplifica utilizarea sistemului şi pentru a proteja operatorul împotriva unei utilizări defectuoase, care ar putea fi posibilă altfel. Acest tip de control este, evident, foarte avantajos, dar poate fi, în acelaşi timp, deosebit de confuz dacă orice eroare, în softul propriu de operare, ar produce o falsă citire. În cele ce urmează vor fi expuse câteva aspecte legate de complexitatea interfațării utilizator-EMS (vehiculul).

Scala evaluării complexității controlului este, de regulă, următoarea:

- *Foarte simplu.* Un exemplu de control foarte simplu este atunci când sistemul detectează un cod de defect, fie prin intermediul unui senzor separat, fie prin citirea datelor de referință. Rezultatul acestei detectări este, de regulă, aprinderea la bord a indicatorului SES (*Service Engine Soon* - Verificare urgentă motor). Un cod de defect "intermitent" este reținut în memoria ECM, dar nu este sesizat de SES.
- *Simplu.* Un exemplu de control simplu ar putea fi aici controlul presiunii atmosferice, cu ajutorul senzorului MAP. Presiunea atmosferică este folosită apoi de ECM pentru a face corecțiile de altitudine.
- *Modest.* Un exemplu de complexitate modestă a controlului apare atunci când EMS-ul ghidează operatorul printr-un număr oarecare de stadii, asigurându-l că fiecare dintre aceste stadii este complet mulțumitor, înainte de a se trece la stadiul următor. Acest control poate avea însă și un efect indirect asupra datelor de bază ale ECM-ului, o eroare de soft putând avea un efect semnificativ asupra acestor date.
- *Complex.* Un exemplu de control complex este atunci când softul contribuie direct la funcționalitatea motorului. Astfel, dacă ralantiul este controlat de un soft complex, atunci el va fi modificat de ECM pentru a compensa diverse sarcini ale motorului.

Complexitatea procesării datelor. În acest context, prezintă interes procesarea datelor primare obținute de la motor, gândind acest lucru ca și când motorul nu ar avea un soft aferent. În cazul softului inclus în EMS, datele primare nu pot fi vizibile din exterior. Aceasta reprezintă, desigur, o problemă pentru orice evaluare independentă. Totuși, sunt cazuri când natura datelor primare este clară și când modalitatea de procesare este bine definită. Pentru celelalte cazuri însă, calibrarea, în timpul procesului de fabricație, ar trebui să permită afișarea datelor primare în unitățile de măsură corespunzătoare. Ulterior calibrării în condiții de serie, datele primare pot să nu mai fie disponibile pentru utilizator.

Ca și în cazul complexității controlului, scala de evaluare a complexității procesării datelor este următoarea:

- *Foarte simplu.* În acest caz, procesarea este o transformare liniară numai a datelor primare, fără posibilități de ajustare ulterioară a calibrării.
- *Simplu.* În acest caz, pot fi aplicați termenii de corecție neliniară simplă, cât și calibrarea ulterioară a datelor. Un exemplu tipic este aplicarea unei mici corecții cu termen pătratic unui senzor cu caracteristică cvasiliniară care este vizat să obțină o acuratețe mare de măsurare.
- *Modest.* În acest caz, sunt aplicați cei mai consacrați algoritmi pentru corecția datelor primare. Evaluarea complexității procesării constă în stabilitatea numerică a algoritmilor specifici utilizați.
- *Complex.* În acest caz, pentru corecția datelor primare sunt folosiți algoritmi speciali, proprii aplicației respective sau furnizorului de soft.

Cerințe legale. Majoritatea motoarelor auto sunt exploatate într-un cadru legislativ specific. În acest context, o funcționare defectuoasă a motorului poate avea consecințe serioase. Pentru a face o evaluare a cerințelor legale, așadar, este important să se cunoască aceste cerințe și, în plus, să se găsească un model de referință la care să se facă raportarea.

Există însă și un număr de standarde care specifică cerințele pe care trebuie să le respecte softul utilizat în domeniul tehnicii, cele mai importante dintre acestea fiind prezentate în cele ce urmează.

ISO/IEC Guide 25:1990 (*General requirements for the competence of* calibration and *testing laboratories*) prescrie următoarele:

- *Paragraful 10.6*: "Calculele și transferarea datelor trebuie să facă obiectul unor verificări corespunzătoare";
- *Paragraful 10.7*: "Când computerele sau echipamentele automate sunt folosite pentru captarea, procesarea, manipularea, înregistrarea, raportarea, depozitarea sau refacerea calibrării și a datelor de test, laboratorul se va asigura că:

1. Sunt îndeplinite cerințele acestui ghid;
2. Softul este documentat și adecvat pentru utilizare;
3. Sunt stabilite și adoptate proceduri pentru protejarea integrității datelor; aceste proceduri vor viza obligatoriu, fără a fi însă limitative, integritatea sau captarea datelor de intrare, stocarea datelor, transmiterea datelor și procesarea datelor;
4. Computerul sau echipamentul automat trebuie să asigure o funcționare corespunzătoare și să îndeplinească condițiile de operare și de mediu, necesare pentru menținerea integrității datelor de calibrare și de test;
5. Sunt stabilite și implementate proceduri adecvate pentru menținerea securității datelor, incluzând prevenirea accesului neautorizat precum și modificarea neautorizată a înregistrărilor pe computer."

EN 45001/CEN:1989 (*General criteria for the operation of testing laboratories*), în secțiunea 5.4.1, prevede următoarele:

"Toate calculele și transferurile de date trebuie să facă obiectul unor verificări corespunzătoare. Când rezultatele sunt derivate din tehnici de procesare electronică a datelor, siguranța și stabilitatea sistemului trebuie să fie astfel încât să nu afecteze acuratețea rezultatelor. Sistemul trebuie să fie apt să detecteze disfuncționalitățile pe parcursul derulării programului și să întreprindă acțiunile ce se impun."

M10/NAMAS:1992 (*NAMAS Accreditation Standard*) prescrie următoarele:

- *Secțiunea 8.6*: "Laboratorul trebuie să stabilească proceduri când utilizează procesarea datelor pe computer, asigurându-se astfel că intrarea, colectarea, procesarea, stocarea sau transmiterea datelor de calibrare sau de test sunt în acord cu cerințele acestui standard."
- *Secțiunea 8.7*: "Calculele și transferurile de date trebuie să facă obiectul unor verificări corespunzătoare."

În concluzie, cerințele legale trecute în revistă au prevederi oarecum similare și, de aceea, îndeplinirea lor este calea cea mai rezonabilă acum.

2.3.1.2. Evaluarea integrității softului

În această etapă, motorul este privit ca o "cutie neagră", însă sunt posibile anumite întrebări, chiar și în această ipostază, putându-se răspunde la ele, evident, numai atunci când acestea nu se referă la motor. Rațiunea acestor întrebări trebuie să fie aceea de a evalua afecțiunile factorilor de risc implicați. Dacă la anumite întrebări cheie nu se poate răspunde, atunci, evident, orice evaluare va fi incompletă.

Problematica integrității softului. După evaluarea factorilor de risc, rămâne de soluționat problematica integrității softului, care poate fi redusă la șase întrebări majore:

1. *Ce grad de confidențialitate poate fi obținut pe un motor, numai prin derularea de la un cap la celălalt a testelor de verificare a funcționalității?*

De remarcat că acest tip de încercare este deosebit de testarea convențională a unei "cutii negre" al cărei soft despre soft este exersat numai în conjuncție cu motorul de bază. Astfel de teste vizează just întregul motor ca pe o "cutie neagră" și ignoră, efectiv, că este implicat și softul în acest proces. Pentru a răspunde la această întrebare esențială, trebuie să se țină cont de factorii de risc menționați în capitolul precedent. De exemplu, dacă se folosește un soft complex care utilizează algoritmi specifici nepublicați, atunci gradul de confidențialitate, practic, nu poate fi stabilit.

2. În cazul în care gradul de procesare a datelor de bază este ***modest*** *sau* ***complex****, pot fi extrase datele primare în așa fel încât să poată fi aplicată o verificare independentă în soft?*

3. A fost aplicat, în principiu, același soft pentru procesarea datelor, ca și în cazul unui motor similar ale cărui date de siguranță sunt disponibile?

De remarcat că, în acest caz, există un grad mare de subiectivism, ceea ce sugerează că această întrebare ar trebui, totuși, limitată.

4. Pentru acest motor, este disponibilă o înregistrare a tuturor erorilor de soft localizate? Dacă da, sub ce formă pot fi accesate aceste informații?

5. În ce măsură complexitatea softului de control poate produce falsificarea datelor de intrare sau de verificare a funcționalității?

6. Dacă interfața cu operatorul este complexă, poate aceasta să fie evaluată în raport cu documentația? Cât de importantă este instruirea operatorului pentru acest lucru?

Pentru evaluarea integrității softului, sunt necesare, așadar, suficiente informații, astfel încât să se țină seama de toți factorii menționați mai sus, factori care au ca țintă evaluarea riscului. Această evaluare trebuie să fie obiectivă, pe cât posibil, dar există un prag unde se admite și o modestă doză de subiectivism. Dacă răspunsul la cele șase întrebări enumerate mai sus este dat corect, fără a stârni alte probleme, atunci *nivelul integrității softului* este același cu cel al complexității procesării datelor.

Nivelele integrității softului. În funcție de asocierea cu complexitatea procesării datelor, nivelele integrității softului (SIL - *Soft Integrity Level*) sunt următoarele:

- *SIL 1*, când softul pentru procesarea datelor este *foarte simplu*;
- *SIL 2*, când softul pentru procesarea datelor este *simplu* sau când, din anumite considerente, procesarea devine *foarte simplă*;
- *SIL 3*, când există cel puțin un aspect major necuantificabil referitor la soft. Acesta ar putea fi o inabilitate de verificare a softului pe fondul unor probleme în furnizarea datelor primare, combinată cu o procesare complexă. Altă posibilitate ar putea fi ca softul de control să influențeze datele de referință în așa fel încât să nu mai poată fi cuantificate.
- *SIL 4*, când avem de-a face cu o procesare complexă, care este dificil de validat, sau cu o procesare de complexitate modestă dar cu probleme suplimentare semnificative.

Așadar, pentru a îmbunătăți nivelul integrității softului, ar trebui redus riscul erorilor datorate aplicației, prin utilizarea unor tehnici mult mai performante de dezvoltare a softului. S-a sugerat, în acest scop, că ar trebui găsit un algoritm pentru evaluarea nivelului de integritate a softului (SLI), pornindu-se de la informațiile referitoare la factorii de risc. Fiecare factor cheie este transpus pe o scală cu 4 puncte, puncte care reprezintă, de fapt, nivelele rezultate ale integrității softului, evaluate astfel:

$$SIL = \max \text{ nivelelor}(Utilizare,\ Control,\ Procesare). \qquad (2.6)$$

Această sugestie nu a fost însă dezvoltată suficient datorită dificultății de a se putea ține seama de toți factorii necesari. De exemplu, oricare ar fi maximul funcției (2.6), nu este în totalitate corect să se compenseze complexitatea controlului funcției prin complexitatea celorlalți factori. În schimb, pare mult mai potrivit ca factorii cheie să fie determinați pe baza unor liste de control (*check lists*) și apoi să se facă o evaluare subiectivă a acestora, evaluare care ar putea foarte bine să se bazeze pe formula de mai sus. Aspectul important al acestei probleme este, oricum, acela de a arăta cum și pe ce bază a fost determinat nivelul integrității softului, în faza lui de validare și oficializare.

2.3.1.3. Evaluarea metodelor de dezvoltare a softului

TEHNICI RECOMANDATE. Procesul de dezvoltare a softului, pentru a se potrivi cu nivelul de integritate a acestuia (SLI), ar trebui să aibă anumite restricții. Aceasta este, de altfel, și calea urmată de mai multe standarde care vizează, în mod crucial, securitatea softului.

Pentru orice nivel de integritate a softului, practicile de bază trebuie să fie stabilite, fie ca o consecință directă a aplicării standardului ISO 9001 la domeniul softului, fie a aplicării altor standarde. S-ar putea reproșa însă că chiar standardul ISO 9001 impune aplicarea unor tehnici corespunzătoare de inginerie a softului (nemenționate însă), în special pentru cele mai înalte nivele de integritate a softului. Chiar dacă ISO 9000-3 (*Managementul calității și standardele de asigurare a calității - Partea 3: Linii directoare pentru aplicarea standardului ISO 9001 la dezvoltarea, exploatarea și întreținerea softului*) face referire expresă la multe astfel de tehnici, trebuie avut, totuși, în vedere că tehnicile specifice trebuie să fie privite ca depinzând de cerințele generale ale standardului ISO 9001 (*Sistemele calității - Model pentru asigurarea calității în proiectare, producție, instalații și service*).

Teoretic, este posibilă testarea softului în vederea stabilirii siguranței reale a acestuia. Cu toate acestea, există limite stricte pentru care pot fi îndeplinite aceste teste și, de aceea, calea ce trebuie urmată este, de regulă, una convențională, de examinare a procesului de dezvoltare a softului. În termeni concreți, testarea softului este costisitoare și, de aceea, soluțiile cu cele mai mari costuri efective utilizează metode suplimentare, obținându-se astfel o confidențialitate totală a softului.

În cazul softului, aplicarea sistemului de gestionare a calității trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

1. Trebuie să existe documente justificative care să dovedească faptul că au fost parcurse anumite etape ale procesului de dezvoltare: desene, rapoarte de încercări, certificate de omologare internă etc. Validarea testelor trebuie să asigure că interacțiunea cu operatorul a fost pe deplin studiată și acceptată.
2. Trebuie să existe o specificație de funcționare detaliată. O astfel de specificație trebuie să fie suficient de clară pentru a descifra întreaga codificare. Acest nivel al informației este, de regulă, partea de confidențialitate a dezvoltării.
3. Trebuie să existe un mecanism de raportare a defectelor dublat de mijloace adecvate de reparare a greșelilor de soft.
4. Softul trebuie să fie sub influența configurației de control. Aceasta presupune ca pentru oricare soft să fie menționat numărul versiunii sau versiunea să poată deriva din alte informații, cum ar fi numărul de serie al procedeului.

Este important ca aceste cerințe să fie îndeplinite, indiferent de nivelul de integritate al softului vizat. Pentru nivelul 1 de integritate a softului (SLI 1), cerințele menționate mai sus sunt suficiente. Pentru nivelele superioare însă (SLI 2, SLI 3 și SLI 4), integritatea softului presupune, în plus, satisfacerea anumitor tehnici speciale, tehnici recomandate în *Anexa C* a standardului internațional de calitate ISO 9000-3 (v. tabelul 2.2).

Tabelul 2.2. *Tehnici recomandate pentru dezvoltarea softului*

Nivelul de integritate a softului	Tehnici recomandate (ISO 9000-3)
SLI 2	• Inspecţia softului (C.1) • Specificaţia matematică (C.7) • Testarea structurală (C.2.1) • Testarea sistemului (C.5)
SLI 3	• Testarea regresiei (C.3) • Testarea partiţiei prin echivalenţă (C.2.2) • Auditul independent (C.9) • Stabilitatea numerică (C.6) • Testarea solicitării (C.10)
SLI 4	• Testarea datelor declarate (C2.3) • Specificaţia formală (C.9) • Analiza statică (C.11) • Testarea de acreditare (C.4)

Faptul că o anumită tehnică este recomandată numai pentru un anumit nivel de integritate a softului (SLI) nu presupune, în general, o practică mai săracă sau că ar fi mai bine să fie aplicate toate tehnicile. De exemplu, *testarea de acreditare* (C.4) este o bună alegere, cu siguranţă, în cazul SLI 4, pentru că alte metode puternice nu sunt eficace. Orice proiect de soft, ar trebui să implice, aşadar, un compromis între cele mai diverse şi relevante metode.

C.1. Inspecţia softului. Această tehnică este un proces formal de trecere în revistă a dezvoltării softului, pornindu-se de la un document de intrare (*input*) şi ajungându-se la documentul de ieşire (*output*). Uneori, această tehnică, este cunoscută şi sub denumirea de *inspecţie Fagan*. Un document de intrare ar trebui să fie specificaţia funcţională a unei componente soft iar documentul de ieşire, codificarea acesteia. Metoda aceasta nu este universal aplicată, dar multe organizaţii o aplică cu mult succes. Ea va tinde să fie aplicată şi mai mult, pe măsură ce, odată acceptată de o organizaţie, îşi va face simţite beneficiile.

C.2. Testarea componentelor. Aceasta este o tehnică de bază în ingineria softului, tehnică ce poate fi cuantificată divers, aşa precum se va arăta în cele ce urmează. *Componentele soft* la care se aplică această metodă sunt, de regulă, mici părţi ale softului (module) cu specificaţii funcţionale distincte. Se întâmplă foarte rar ca această tehnică să nu fie aplicabilă pentru dezvoltarea unui soft. Cel mai bun standard care abordează această tehnică este standardul BCS (*British Computer Society*), care ţine seama de multe nivele de testare, dintre care cele mai importante sunt următoarele trei nivele: *testarea structurală* (C.2.1), *testarea partiţiei prin echivalenţă* (C.2.2) şi *testarea datelor declarate* (C.2.3).

C.2.1. Testarea structurală. În standardul BCS, sunt definite mai multe forme de testare structurală, dar nu la toate este specificat nivelul. În acest context, se consideră asumarea unui grad de risc de 50% pentru utilizarea acestui tip de testare.

C.2.2. Testarea partiţiei prin echivalenţă. Reuşita acestei tehnici este de 100% şi este o testare complet funcţională la nivelul componentelor softului. Aceasta presupune ca ea să fie aplicată numai la acele componente ale softului care operează cu datele de bază ale gestionării sau testării motorului.

C.2.3. Testarea datelor declarate. Ca şi în cazul precedent, reuşita acestei tehnici este de 100% pentru acele componente care operează cu datele de bază ale gestionării sau testării motorului. Dacă o declarare a datelor nu a fost executată, atunci trebuie găsită o raţiune pentru aceasta. Tehnicile defensive de programare şi detecţie a disfuncţionalităţilor hardului fac să se întrevadă că datele declarate nu pot fi executate, deşi ele sunt total acceptate.

C.3. Testarea regresiei. Această tehnică presupune ca testele să fie astfel dezvoltate şi utilizate încât softul să poată fi retestat ori de câte ori este făcută o modificare a acestuia. De obicei, cu puţin timp înaintea primei ediţii a softului, este proiectat şi derulat un set de teste ale acestuia. Astfel, toate erorile localizate ar trebui să se regăsească într-o anexă a setului de teste, dovadă a detectării greşelilor. Pentru a face însă efectiv acest lucru, este necesară o metodă de relansare automată a setului de teste. Tehnica aceasta este bună pentru softul care este pe deplin utilizat şi pentru care greşelile iniţiale nu constituie o problemă majoră. Efectul este acela că evoluţiile softului vor fi foarte vrednice de încredere pe facilităţile neextinse.

C.4. Testarea de acreditare, utilizând o procedură de validare, este o tehnică ce necesită dezvoltarea unui set de teste (procedură de validare) cu care softul să poată fi testat. Această procedură este potrivită pentru softuri având o specificaţie detaliată aprobată, cum ar fi softurile compilatoare şi de comunicare. Testarea de acreditare asigură că testele pot fi derulate şi că rezultatul lor este interpretat corect, în acord cu cerinţele din specificaţie, cu obiectivitate, repetabilitate şi reproductibilitate.

Metoda este deosebit de puternică dacă setul de teste este actualizat în mod regulat prin mijloacele analizei prin regresie (revenire la starea anterioară). Aceasta înseamnă că erorile din orice implementare vor apărea în urma testării tuturor sistemelor validate. Această modalitate de testare furnizează o bază ideală pentru certificare.

C.5. Testarea nivelului de funcţionalitate a sistemului este o tehnică bazată pe testarea întregului soft, ca pe o *cutie neagră*, printr-o examinare atentă a funcţionalităţii prescrise, sub toate aspectele sale. Standardul ISO/IEC 12119: 1993 (*Information technology - Software packages - Quality requirements and testing*) se bazează chiar pe această metodă de testare a nivelului de funcţionalitate.

C.6. Stabilitatea numerică. Este exagerat a pretinde ca, deopotrivă, softurile de cea mai înaltă calitate să furnizeze rezultate de o deplină acurateţe, acurateţe prescrisă prin precizia de calcul. Acest lucru ar fi posibil însă numai pentru acele module ale softului care sunt perfect condiţionate, module pentru care o mică schimbare a datelor induce o schimbare la fel de mică a rezultatelor. Din păcate, în mod frecvent, apar probleme de soft cu o condiţionare semnificativă pentru care însă nici un algoritm, oricât de bun, nu poate furniza rezultate la acurateţea specifică problemelor bine condiţionate. Un algoritm bun, cum ar fi unul numeric stabil, poate fi apt să furnizeze rezultate *la* sau *în* limitele de condiţionare prescrise. Un algoritm sărac poate agrava, în schimb, chiar efectele naturale ale unei condiţionări defectuoase şi, în consecinţă, rezultatele sunt mai slabe decât acelea aferente unui algoritm bun.

Dezvoltarea algoritmilor cu stabilitate numerică este un deziderat greu, care ar trebui întreprins numai sub auspiciile unui analist programator sau ale unui specialist cu formarea şi experienţa potrivită. Se impune, de aceea, ca datele ce urmează a fi procesate să fie plasate pe o cale inteligentă şi dacă sunt folosite modulele standard de soft, rapid accesibile, atunci este ca şi cum softul ar fi fost aplicat pe o cale inteligentă.

Există deja biblioteci cu softuri numerice de o înaltă calitate, care au fost dezvoltate pe parcursul mai multor ani şi care acoperă o largă diversitate de probleme de computare. Cele mai cunoscute biblioteci de acest tip sunt:

- *Biblioteca NAG*, care este disponibilă într-un număr mare de limbaje de programare şi pentru o diversitate de platforme;
- *Biblioteca LINPACK* şi *biblioteca NPL*, pachete de programe destinate aproximării datelor şi optimizării numerice.

C.7. Specificația matematică. O astfel de specificație redă valorile datelor de ieșire ca pe o funcție a valorilor datelor de intrare. Această metodă este convenabilă pentru cele mai simple procesări ale datelor de bază, când ar trebui să fie aplicată fără rezerve. Funcția matematică poate foarte bine să nu redea calea datelor de ieșire printr-un calcul efectiv, de exemplu, specificația poate utiliza inversul unei matrice, în timp ce rezultatele sunt de fapt calculate prin eliminare gaussiană. De aceea, această metodă ar trebui să evite o eroare comună, necunoscându-se exact efectul acesteia după compilarea întregului lanț de valori. Metoda nu este ușor de aplicat, de asemenea, în cazul așa-numitelor imagini digitale, deoarece algoritmii aplicați ar fi deosebit de complecși, astfel încât orice specificație completă este posibil să fie similară cu softul însuși.

C.8. Specificația formală. Pentru livrarea unei specificații într-un mod complet formal (oficial), sunt disponibile mai multe metode, care pot manevra cu cele mai diverse aspecte ale specificației. Cele mai cunoscute metode disponibile pentru specificația formală sunt *metoda VDM* și *metoda Z*.

C.9. Auditul independent. În Anglia, auditul independent este în mare măsură cel stabilit prin ISO 9001 și oferă dovada îndeplinirii cerințelor specifice pentru SLI 1. Nu este necesar, așadar, ca să fie aplicate tehnici mai performante (și, ca urmare, mai scumpe), și nici ca să fie aplicate alte diverse recomandări. În consecință, auditarea prin echivalare cu alte standarde ar fi mai bună.

C.10. Testarea solicitării. Această tehnică implică reproducerea proceselor de testare, care sunt, de regulă, mult mai complexe și mai dure decât ar putea ele apărea în practică. Au fost aplicate pentru testare, cu bune rezultate, compilatoare sau alte softuri complexe. Cele mai bune rezultate sunt obținute însă atunci când rezultatele pot fi analizate automat.

C.11. Analiza statică. Această tehnică determină proprietățile softului fără execuția vreunui program. Adesea, instrumentele softului sunt folosite, totuși, pentru a asista analiza, de regulă folosind, ca *input,* limbaje de programare de tip *source text*. Tehnicile de analiză întrebuințate pot fi *foarte minore* (atunci când toate variabilele sunt explicit declarate) sau *foarte puternice* (atunci când se cere o dovadă formală a corectitudinii datelor).

DEONTOLOGIA INGINERIEI SOFTULUI. Versiunea 5.2 a *"Codului pentru ingineria softului al eticii și practicii profesionale"*, recomandat de Societatea de Computere a Institutului Inginerilor Electricieni și Electroniști (IEEE) și de Asociația Mașiniștilor în Calculatoare (ACM) din Anglia, a fost aprobat în 1999 de ambele organizații inițiatoare. Acest document este parte componentă a unor demersuri de a oficializa ingineria softului ca profesie. Standardele eticii și practicii ingineriei softului au fost enunțate în *opt principii*. Acestea sunt destinate să fie folosite în mediul universitar, ca ghid de instruire, și în industrie, ca ghid de afaceri.

Principiul 1 - Public: *"Inginerii de soft vor acționa în acord cu interesul public".* Prin acest principiu de bază, inginerii de soft sunt încurajați să accepte responsabilitatea de a munci în felul lor specific și de a raporta, totodată, orice pericol care ar putea să rezulte din utilizarea softului pe care ei îl produc sau din consultarea documentației aferente. Această secțiune a Codului cere inginerilor de soft să-și pună întrebări despre produsele pe care ei și alții le dezvoltă. Totodată, se cere mai mult activism din partea comunităților de inginerie a softului. La rândul lui, *principiul 1* mai are alte *opt sub-principii*, la care nu vom face însă referire aici.

Principiul 2 - Client și patron: *"Inginerii de soft vor acționa în așa fel încât să reprezinte la fel de bine atât interesele clientului cât și pe cele ale patronului".* Acest principiu mai are alte nouă sub-principii. Dintre acestea, vom menționa, în cele ce urmează, doar două:

- *Sub-principiul 2.02*: "Nu utilizați în mod conștient, un soft care este obținut sau reținut pe căi ilegale sau imorale".

- *Sub-principiul 2.06*: "Identifică, documentează-te și colectează prompt dovezi și rapoarte de la client sau patron, dacă, în opinia lor, un proiect este posibil să dea greș sau să se dovedească prea scump... "

Principiul 3 - Produs: "Inginerii de soft vor garanta că produsele lor și modificările aferente întrunesc cele mai profesionale standarde posibile". Cu alte cuvinte, fiecare inginer răspunde personal de calitatea softului și a documentației aferente pe care le produce. Acest principiu are, la rândul lui, alte *15 sub-principii*, la care nu vom face însă referire.

Principiul 4 - Judecată: *"Inginerii de soft își vor păstra integritatea și independența în judecățile lor profesionale"*. Pentru principiul judecății există numai *6 sub-principii*. Mesajul de bază al acestui principiu este acela de a nu minți, înșela sau fura, sub nici o formă.

Principiul 5 - Management: *"Managerii și liderii pentru ingineria softului vor subscrie la acest cod și vor promova un acces etic la managementul dezvoltării și întreținerii softului"*. Acest principiu are alte *12 sub-principii* care fac referire la cum trebuie să acționezi ca să fii un bun manager și la ce precauții de administrare se cer pentru a nu încălca în nici un fel Codul eticii și practicii profesionale.

Principiul 6 - Profesiune: *"Inginerii de soft vor dezvolta integritatea și reputația profesiei în acord cu interesul public"*. Pentru a realiza acest lucru, inginerii de soft sunt încurajați să promoveze cunoașterea profesiei, acordându-le sprijin celor care încearcă să urmeze Codul și care participă corespunzător în diverse organizații profesionale. Ei sunt, de asemenea, încurajați să promoveze Codul în rândul clienților și patronilor. Totuși, în acord cu *sub-principiul 6.06*, inginerii de soft sunt solicitați ca, în circumstanțe excepționale, să încalce chiar și legea, dacă ea contravine cu ceea ce ei percep a fi interes public, lucru care a stârnit deja multe controverse.

Principiul 7 - Colegi: *"Inginerii de soft vor fi corecți și cooperanți cu colegii de breaslă"*.

Principiul 8 - Cel în cauză: *"Inginerii de soft vor petrece toată viața învățând să-și practice profesia"*.

2.3.2. Strategia calibrării GMP

Pentru a se valorifica cât mai bine performanțele unui motor, în raport cu cerințele pieței și cu costuri cât mai mici, *strategia calibrării grupului motopropulsor* (GMP) are în vedere două cerințe majore, astfel:

1. Etajarea cutiei de viteze, cu toate versiunile sale, nu trebuie să atragă după sine, obligatoriu, o particularizare a calibrării motorului;
2. Tipul transmisiei (mecanică sau manuală) va fi criteriu obligatoriu de particularizare a calibrării motorului.

Etajarea cutiei de viteze, în cazul autoturismelor, este o problemă delicată și, în general, încă din faza de proiectare, se prevăd, pentru fiecare motorizare trei tipuri de etajări: *lungă*, *medie* și *scurtă*. Aceste etajări ale cutiei de viteze sunt necesare pentru ca vehiculul să răspundă cât mai bine atât cerințelor de drum cât și cerințelor de clientelă.

Etajarea lungă (Wide Ratio - WR) este specifică autoturismelor destinate unei conduceri economice, preponderent, în mediu urban. Vehiculele caracterizate prin acest tip de etajare sunt mai puțin “nervoase”, inspirând totuși un sentiment de siguranță deplină.

Etajarea medie (Medium Ratio – MR) este specifică majorității autoturismelor, exprimând cel mai bine condițiile standard de conducere, condiții pretabile majorității clienților și majorității condițiilor de drum și de trafic.

Etajarea scurtă (Close Ratio – CR) este specifică autoturismelor destinate unei conduceri sportive. Autoturismele caracterizate prin acest tip de etajare a cutiei de viteze sunt “nervoase”, inspirând, deopotrivă, un sentiment de competiţie şi de siguranţă.

Pentru exemplificare, în tabelul 2.3 este prezentată *grila de etajare* a cutiei de viteze D16, cutie mecanică realizată la Craiova pentru a echipa o parte din autoturismele Daewoo (Cielo, Nubira şi Lanos).

De remarcat că, pentru fiecare tip de etajare, sunt disponibile câte trei rapoarte de transmitere finală (i_o), astfel încât, cu ocazia calibrării GMP, se va avea în vedere, obligatoriu, şi această grilă de etajare a cutiei de viteze pe care calibrarea trebuie să o acopere în întregime, fără alte particularizări ale sistemului de gestionare a motorului.

Tipul transmisiei (mecanică sau automată), în cazul autoturismelor de prestigiu, este o problemă majoră a calibrării GMP, necesitând investigări suplimentare şi configurări individualizate. Astfel, pentru orice autoturism de clasă se prevede şi o versiune “bogată” prevăzută cu transmisie automată (de regulă, ca opţiune, avându-se în vedere costul ridicat al acesteia). În această situaţie, dat fiind sistemul de comandă şi control al transmisiei, total diferit de la un tip la celălalt, se impune, obligatoriu, o calibrare separată pentru fiecare GMP.

Tabelul 2.3. *Grila de etajare a cutiei de viteze D16 (fabricant: DWAR Craiova)*

Etajare	i_o	Tr. 1	Tr. a 2-a	Tr. a 3-a	Tr. a 4-a	Tr. a 5-a	MÎ
WR	3.722	3.545	1.952	1.276	0.892	0.707	3.333
	3.944						
	4.176						
MR	3.722	3.545	2.048	1.346	0.971	0.763	3.333
	3.944						
	4.176						
CR	3.722	3.545	2.158	1.478	1.129	0.886	3.333
	3.944						
	4.176						

În toate situaţiile, calibrarea GMP se face pe vehicul, atât în condiţii de laborator cât şi în condiţii de drum. De aceea, adesea, în mod impropriu, în loc de *calibrare vehicul* se foloseşte termenul de *calibrare GMP* (v. cap. 1.1.2).

2.3.3. Configurarea gestionării motorului

Metodologia configurării sistemului de gestionare a motorului are în vedere, pe de o parte, *flexibilitatea* mecatronicii EMS şi, pe de altă parte, *modularea* algoritmului de gestionare a motorului. Ca etape intermediare ale procesului de calibrare vehicul, investigarea şi optimizarea acestora au ca rezultantă o configurare corectă a sistemului de gestionare a motorului.

2.3.3.1. Mecatronica EMS

Sistemul de gestionare a motorului (EMS), controlat *obligatoriu* de un calculator, reglează fin modul de operare al motorului pentru a face combustia cât mai eficientă şi cât mai completă posibil. *Calculatorul* sistemului de gestionare a motorului este cunoscut, în general, sub denumirea de ECM (*Engine Control Module* - Modul electronic pentru controlul motorului).

El primește datele de intrare de la diverse dispozitive, cum ar fi întrerupătoarele și senzorii. Calculatorul comandă, de asemenea, prin intermediul actuatorilor, și funcțiile specifice, la ieșire, funcții aferente sistemelor controlate.

Pentru a comunica cu dispozitivele de intrare (*input*) și de ieșire (*output*) precum și cu alte calculatoare, ECM-ul folosește curentul electric, existând două tipuri de bază de semnale electrice folosite în această comunicare:

- *Analog*, când tensiunea electrică este continuă și variabilă, cum ar fi semnalul primit de la senzorul clapetei de accelerație;
- *Digital*, când există numai două nivele de tensiune: ON și OFF (DA și NU; TRECE și NU TRECE; 1 și 0).

Componentele ECM includ rezistențe, condensatori, circuite integrate și alte componente electronice. Acestea sunt lipite pe o placă cu circuite imprimate (PCB - *Printed Circuit Board*) și apoi asamblate cu o carcasă metalică protectoare.

Mecatronica sistemului de gestionare a motorului (EMS) este concepută, în general, pentru două ipostaze majore de funcționare a motorului: *buclă deschisă* (O/L - *Open Loop*) și *buclă închisă* (C/L - *Close Loop*). Inginerii de soft au denumit această stare fundamentală a sistemului *RUN mode* (mod de operare).

Funcționarea în buclă deschisă (O/L). Când motorul este abia pornit și turația sa este peste 400 ... 600 rot/min, sistemul este în *buclă deschisă*. În această ipostază, ECM-ul calculează raportul amestecului aer/combustibil având ca date de intrare poziția clapetei de accelerație, temperaturile lichidului de răcire și/sau a aerului de admisie sau a gazelor de evacuare și presiunea sau fluxul aerului de admisie pentru sarcina motorului și pulsurile de referință ale aprinderii specifice turației motorului.

Sistemul EMC (*Engine Management Control*) va sta în *buclă deschisă* (O/L) până când vor fi întrunite, simultan, următoarele condiții:

1. Tensiunea de ieșire a senzorului de oxigen începe să oscileze sau corpul ceramic al acestuia este suficient de fierbinte (peste 300^{o}C), devenind astfel apt să emită un semnal valid la ECM;
2. Senzorul temperaturii de răcire a motorului indică o valoare superioară limitei

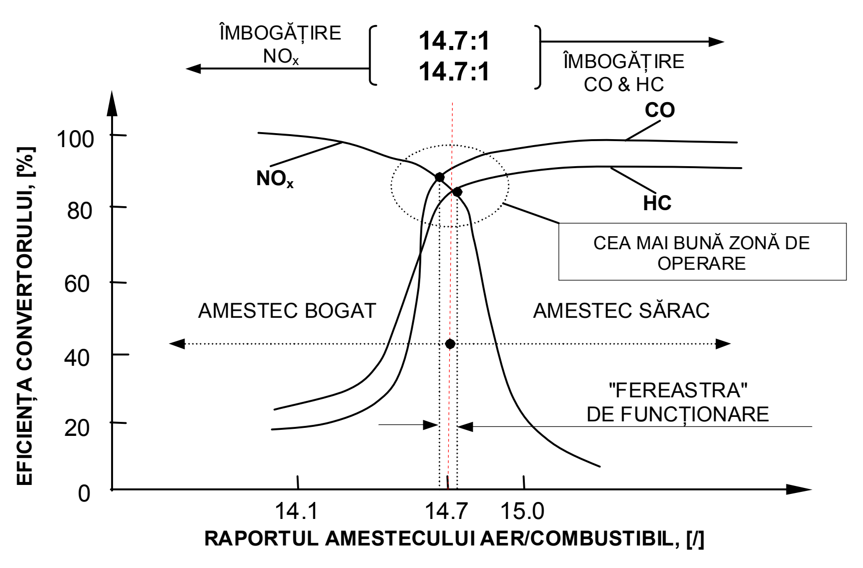


Fig. 2.10. *Diagrama eficienței convertorului catalitic cu trei căi*

prescrise, limită care variază în funcție de particularitățile constructiv-funcționale ale fiecărui motor;

3. S-a scurs suficient timp de la pornire, timp care depinde, de asemenea, de specificul motorului și de softul aferent.

Valorile specifice acestor condiții sunt stocate de ECM în EPROM (*Erasable & Programable Read Only Memory*) sau MEM-CAL (*MEMory CALibration*), ECM-ul fiind calibrat conform particularităților fiecărui *vehicul*.

Funcționarea în buclă închisă (C/L). Când semnalul senzorului de oxigen, temperatura de răcire și condițiile de timp sunt întrunite, sistemul EMC va începe să funcționeze în *buclă închisă*. Bucla închisă înseamnă că ECM-ul corectează raportul amestecului aer/combustibil pe baza variațiilor de tensiune ale semnalului emis de sonda Lambda. Un semnal al senzorului de oxigen (O2S) mai mic de 450 mV determină ECM-ul să mărească doza de combustibil injectat (lățimea pulsului de injecție). Când semnalul O2S crește peste 450 mV, ca urmare a îmbogățirii amestecului, ECM-ul reduce lățimea pulsului de injecție (doza de combustibil injectată). Acest *feedback* modifică programul pentru controlul alimentării, control care se bazează pe alte date de intrare (date de bază).

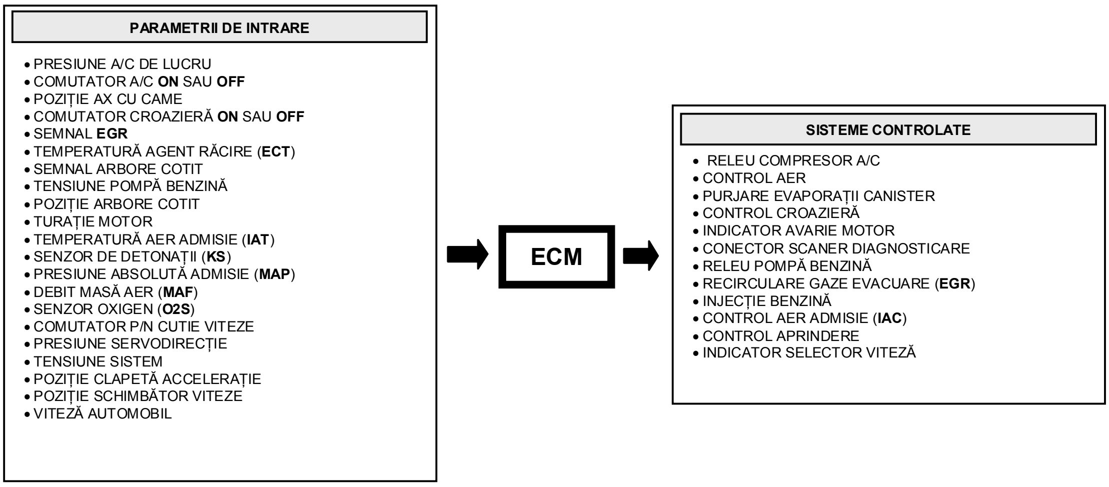

PARAMETRII DE INTRARE
• PRESIUNE A/C DE LUCRU
• COMUTATOR A/C ON SAU OFF
• POZIȚIE AX CU CAME
• COMUTATOR CROAZIERĂ ON SAU OFF
• SEMNAL EGR
• TEMPERATURĂ AGENT RĂCIRE (ECT)
• SEMNAL ARBORE COTIT
• TENSIUNE POMPĂ BENZINĂ
• POZIȚIE ARBORE COTIT
• TURAȚIE MOTOR
• TEMPERATURĂ AER ADMISIE (IAT)
• SENZOR DE DETONAȚII (KS)
• PRESIUNE ABSOLUTĂ ADMISIE (MAP)
• DEBIT MASĂ AER (MAF)
• SENZOR OXIGEN (O2S)
• COMUTATOR P/N CUTIE VITEZE
• PRESIUNE SERVODIRECȚIE
• TENSIUNE SISTEM
• POZIȚIE CLAPETĂ ACCELERAȚIE
• POZIȚIE SCHIMBĂTOR VITEZE
• VITEZĂ AUTOMOBIL
ECM
SISTEME CONTROLATE
• RELEU COMPRESOR A/C
• CONTROL AER
• PURJARE EVAPORAȚII CANISTER
• CONTROL CROAZIERĂ
• INDICATOR AVARIE MOTOR
• CONECTOR SCANER DIAGNOSTICARE
• RELEU POMPĂ BENZINĂ
• RECIRCULARE GAZE EVACUARE (EGR)
• INJECȚIE BENZINĂ
• CONTROL AER ADMISIE (IAC)
• CONTROL APRINDERE
• INDICATOR SELECTOR VITEZĂ

Fig. 2.11. *Schema globală de funcționare a unui sistem EMC*

Prin determinarea continuă a conținutului de oxigen din gazele de evacuare, ECM-ul poate să mențină raportul aer/combustibil foarte aproape de valoarea ideală (14.7, raport stoechiometric). Acesta este punctul în care catalizatorul are o eficiență maximă (v. fig. 2.10).

În figura 2.11 sunt prezentate principalele tipuri de intrări și de ieșiri ale modulului electronic pentru controlul motorului (ECM) și, în ansamblu, aceasta redă schema globală de funcționare a unui *sistem EMC* (termen sinonim cu *EMS – Engine Management System*).

2.3.3.2. Algoritmul gestionării motorului

Scalarea datelor de intrare. Variabilele de intrare primite de ECM, ca semnale analoage sau pulsatorii (frecvență variabilă), trebuie să fie scalate de calculator pentru a putea fi folosite în diversele calcule aferente algoritmului de gestionare a motorului. Parametrii care necesită această scalare, în cazul EMS-ului tip PFI (*Port Fuel Injection* – Injecție de benzină în poarta supapei), specific vehiculelor Cielo 1.5DOHC sunt, în principal, următorii:

1. Variabilele presiunii aerului de admisie (ADMAPRAW → ADMAP/ALTCMAP → ADMAPF/NMAPLD/NMAPLDF → NMAPLD7/ NMAPLD15);
2. Variabilele senzorului de oxigen (ADO2 → ADO2AF/ADO2AFSC);
3. Variabilele poziției clapetei de accelerație (ADTHROT/FILTTPS → ADTAOFF → NTPSLD → NTPSLD31/OLDTPS31/OLDTPS62/ NTPSLDF/IACTPS31);
4. Variabilele tensiunii la baterie (ADBAT → OLDBAT);
5. Variabilele temperaturii de răcire (ADCOOL → COOLDEG/ CLDEGRAW);
6. Variabilele temperaturii aerului de admisie (ADMAT → MATDEG);
7. Variabila diagnosticării (ADDIAG);
8. Variabilele turației motorului (NTRPMX → NTRPMX10 → RPM625);
9. Variabilele depresiunii din galeria de admisie (NVACLD → NVACLDF);
10. Variabila vitezei vehiculului (FILTKPH);
11. Variabilele presiunii barometrice (ADBARO → NBARO);
12. Variabila fluxului de gaze (FLOW).

În tabelul 2.4 este prezentată semnificația parametrilor menționați mai sus.

Controlul avansului la aprindere (EST - *Electronic Spark Timing*). Ca principal parametru de ieșire al ECM-ului, avansul optim la aprindere este definit tabelar, în funcție de parametrii de intrare cu care vine în legătură (presiunea de admisie, turația motorului, temperatura de răcire etc.). Datele din tabel, care definesc funcția avansului la aprindere, sunt obținute ținând seama de rezultatele calibrării avansului în funcție de valorile variabilelor de intrare deja menționate. Această funcție controlează modulul de distribuție a scânteii care, la rândul lui, energizează și dezenergizează bobina de inducție.

Există două controale de bază care sunt incluse în sistemul EST: *poziția camei distribuitorului* și *poziția arborelui cotit*. *Controlul unghiului Dwell* (poziția camei distribuitorului) este menit să asigure suficientă energie în bobina de inducție pentru a avea, la ieșire, o tensiune corespunzătoare în sistemul de aprindere, fără a suprasolicita însă bobina. *Controlul avansului la aprindere* (poziția arborelui cotit) este menit, de asemenea, să determine unghiul corespunzător de rotire a arborelui cotit la care bujia ar trebui să dea scânteia pentru a se obține performanțele optime ale motorului.

Controlul alimentării. ECM-ul controlează alimentarea cu combustibil a motorului prin comutarea continuă a injecției de benzină de pe poziția ON pe OFF și invers. Algoritmul alimentării cu combustibil permite două moduri de funcționare: *sincron* și *asincron*. Dacă ambele moduri operează simultan, ieșirea către injectoare este în starea logică OR a emiterii de pulsuri în cele două moduri, exceptând situațiile când cele două moduri se suprapun aleator. În acest caz, doza de combustibil calculată este livrată imediat ce este finalizată livrarea celeilalte doze.

Alimentarea sincronă presupune ca, atunci când sunt întrunite cel mai bune condiții, combustibilul să fie livrat simultan cu distribuirea *pulsului de referință*. În cazul sistemelor PFI (*Port Fuel Injection*), pulsul de referință este distribuit, la nivelul fiecărui cilindru, o dată la fiecare rotație a arborelui cotit. Lățimea pulsului de injecție sincronizat (SPW) se calculează astfel:

$$SPW = BPW + IB \qquad \text{[ms]}, \tag{2.7}$$

unde: SPW (*Synchronous Pulse Width*) este lățimea pulsului de injecție sincronizat;
BPW (*Base Pulse Width*) – lățimea pulsului de bază;
IB (*Injector Bias*) - întârzierea de răspuns a injectorului.

Alimentarea asincronă este, de fapt, un mod de operare cvasisincronizat și este astfel concepută încât, atunci când lățimea calculată a pulsului de injecție devine prea îngustă pentru ca acuratețea alimentării să se mențină corespunzătoare în *modul sincron*, să fie selectat, automat, *modul asincron* (de exemplu, la fiecare două perioade de referință). Injecția va avea loc, atunci, la fiecare patru perioade de referință, însă cu o lățime dublă a pulsului.

Tabelul 2.4. *Variabilele de intrare care necesită scalare*

Parametrul scalat	**Semnificație**	
	Engleză	**Română**
ADBARO	*Analog to Digital conversion of BAROmetric pressure*	Conversie analog-digitală a presiunii barometrice
ADBAT	*Analog to Digital conversion of BATtery voltage*	Conversie analog-digitală a tensiunii bateriei
ADCOOL	*Analog to Digital conversion of COOLant temperature*	Conversie analog-digitală a temperaturii antigelului
ADDIAG	*Analog to Digital conversion of DIAGnostics input*	Conversie analog-digitală a intrărilor diagnosticării
ADMAP	*Analog to Digital conversion of Manifold Absolute Pressure*	Conversie analog-digitală a presiunii absolute de admisie
ADMAPF	*Analog to Digital conversion of Manifold Absolute Pressure Filtered*	Conversie analog-digitală a presiunii absolute filtrate la admisie
ADMAPRAW	*Analog to Digital conversion of Manifold Absolute Pressure RAW*	Conversie analog-digitală a presiunii absolute brute la admisie
ADMAT	*Analog to Digital conversion of Manifold Absolute Temperature*	Conversie analog-digitală a temperaturii absolute la admisie
ADO2	*Analog to Digital conversion of O2 sensor*	Conversie analog-digitală a senzorului de oxigen
ADO2AF	*Analog to Digital conversion of O2 sensor Ago Filtered*	Conversie analog-digitală a senzorului de oxigen cu filtrare în urmă
ADO2AFSC	*Analog to Digital conversion of O2 sensor Ago Filtered Slow Coefficient*	Conversie analog-digitală a senzorului de oxigen cu coeficient de filtrare lentă în urmă
ADTAOFF	*Analog to Digital conversion Throttle Actuated OFFset*	Conversie analog-digitală a poziției clapetei de accelerație
ADTHROT	*Analog to Digital conversion THROTtle*	Conversie analog-digitală a stării clapetei de accelerație
ALTCMAP	*ALTitude Compensated Manifold Absolute Pressure*	Presiune absolută la admisie compensată cu altitudinea
CLDEGRAW	*CooLant DEGree RAW*	Temperatura brută a lichidului de răcire
COOLDEG	*COOLant DEGree*	Temperatura lichidului de răcire
FILTKPH	*FILTered Kilometers Per Hour*	Kilometri pe oră filtrați
FILTTPS	*FILTered Throttle Position Sensor*	Senzor poziție clapetă accelerație filtrată
FLOW	*FLOW*	Flux
IACTPS31	*Idle Air Control by Throttle Position Sensor at the last 31 ms*	Control aer la ralanti prin senzorul de poziție al clapetei de accelerație la ultimele 31 ms
MATDEG	*Manifold Air Temperature DEGree*	Temperatura în grade a aerului de admisie
NBARO	*New BAROmetric pressure*	Presiunea barometrică nouă
NMAPLD	*New Manifold Absolute Pressure scaled in universal LoaD units*	Noua presiunea absolută de admisie scalată în unități universale de sarcină
NMAPLD15	*New Manifold Absolute Pressure LoaD for 15.62 ms old value*	Noua presiune absolută de admisie în sarcină după 15,62 ms
NMAPLD7	*New Manifold Absolute Pressure LoaD for 7.81 ms old value*	Noua presiune absolută de admisie în sarcină după 7,81 ms
NMAPLDF	*New Manifold Absolute Pressure LoaD Filtered*	Noua presiune absolută de admisie în sarcină filtrată
NTPSLD	*New Throttle Position Sensor LoaD*	Noua poziție a clapetei de accelerație funcție de sarcină
NTPSLD31	*New Throttle Position Sensor LoaD for 31.25 ms old value*	Noua poziție a clapetei de accelerație funcție de sarcină după 31,25 ms
NTPSLDF	*New Throttle Position Sensor LoaD Filtered*	Noua poziție filtrată a sarcinii la clapeta de accelerație
NTRPMX	*NexT Revolutions Per Minute eXceeding*	Următoarele rotații pe minut în exces
NTRPMX10	*NexT Revolutions Per Minute eXceeding RPM/10*	Următoarele rotații pe minut depășind RPM/10
NVACLD	*New VACuum LoaD*	Noua sarcină vacuumatică
NVACLDF	*New VACuum LoaD Filtered*	Noua sarcină vacuumatică filtrată
OLDBAT	*OLD BATtery voltage*	Vechea tensiune a bateriei
OLDTPS31	*OLD Throttle Position Sensor for 31.25 ms old value*	Vechea poziție a clapetei de accelerație după 31,25 ms
OLDTPS62	*OLD Throttle Position Sensor for 62.5 ms old value*	Vechea poziție a clapetei de accelerație după 62,5 ms
RPM625	*Revolutions Per Minute exceeding RPM/6.25*	Rotații pe minut depășind RPM/6.25

Controlul ralantiului (IAC - *Idle Air Control*). Rolul sistemului IAC este acela de a menține ralantiul la o valoare dorită, date fiind diversele condiții de exploatare a motorului. Aceasta contribuie la optimizarea emisiilor, a consumului de combustibil și a draivabilității, prevenind totodată opririle nedorite ale motorului, ca urmare a variațiilor de sarcină.

Algoritmul de funcționare a sistemului IAC se bazează pe informațiile primite de la un motor pas cu pas, bazat pe un ciclu garantat 100% că vibrațiile motorului nu îi vor cauza mișcări nedorite. Motorul pas cu pas este acționat la o frecvență de 128 Hz.

Controlul diagnosticării. ECM-ul utilizează algoritmul de diagnosticare pentru diferite scopuri. El monitorizează diferite părți ale sistemului EMC și va indica posibilele disfuncționalități ale motorului prin simpla aprindere, la bord, a indicatorului SES (*Service Engine Soon*). Operatorul logic de diagnosticare va indica pe scaner, pentru eroarea detectată, un cod numeric specific. Algoritmul diagnosticării permite, de asemenea, intrarea sistemului ECM în modul de operare FTM (*Factory Test Mode* - Mod de testare în uzină) sau FSM (*Field Service Mode* - Mod de testare în service).

Controlul ventilatorului. Algoritmul de supraveghere a răcirii se bazează pe controlul acționării electrice a ventilatorului sau ventilatoarelor de răcire a motorului, operând cu două viteze: REDUSĂ și RIDICATĂ. Ieșirea FAN1 a ECM-ului este folosită pentru a activa viteza ridicată și ieșirea FAN2, pentru activarea vitezei reduse. Niște relee sunt interfațate între cele două ieșiri FAN, viteza redusă fiind realizată prin intermediul unor rezistențe înseriate. Controlul ventilatorului (ventilatoarelor) se bazează pe câteva condiții, cum ar fi temperatura motorului, starea anumitor coduri de defect și situația instalației de aer condiționat.

Controlul cuplajului A/C (*Air Conditioning* – Condiționare aer). ECM-ul controlează ambreiajul de cuplare a sistemului A/C prin intermediul unui releu. Acest releu este, la rândul lui, în legătură cu circuitul electric de control al ambreiajului A/C. Inputul cerut de sistemul A/C la ECM este alimentat prin comutatorul de bord aferent. Dacă sunt utilizate comutatoare vacuumatice de siguranță, ele trebuie să fie în acord cu cerințele sistemului A/C.

Rolul algoritmului pentru controlul cuplării A/C este dublu:

1. Furnizează timpul de întârziere la activarea releului de comandă a ambreiajului A/C, permițând astfel funcțiilor de control ale motorului să anticipeze modificarea sarcinii;
2. Dezactivează releul A/C, când se dorește oprirea sistemului de aer condiționat.

Controlul transmisiei. Algoritmul pentru controlul transmisiei poate fi calibrat pentru a transmite, atât la bord cât și la ECM, informații privind treapta de viteze în care rulează autovehiculul, cu scopul de a optimiza consumul de combustibil. În cazul transmisiei mecanice, informația, după ce este prelucrată de calculator, este transmisă la bord și, prin aprinderea indicatorului luminos, este avertizat șoferul asupra oportunității schimbării treptei de viteze. În cazul transmisiei automate, softul controlează direct TCC-ul (*Torque Converter Clutch*).

Controlul FTM (*Factory Test Mode*). Testarea sistemului EMC în condiții de serie (FTM) este un mod special de operare care permite ECM-ului să funcționeze fie în modul *încarcă și execută RAM (Random Access Memory)*, fie executând direct din EPROM (*Erasable & Programmable Read Only Memory*) ciclul rutinal de ieșire (*output*).

Atenție! Nu este posibil ca ECM-ul să funcționeze în modul FTM atunci când acesta este montat pe vehicul, similar condițiilor normale de exploatare.

Transmiterea datelor seriale. Datele seriale sunt transmise, ca *output* de mare viteză și ca date ale unor parametri predeterminați, către anumite dispozitive inteligente plasate în exteriorul vehiculului, prin intermediul conectorului de diagnosticare ALDL (*Assembly Line Data Link*). Dispozitivele exterioare vehiculului, dispozitive tip *scaner*, primind datele seriale, pot identifica tipul ECM-ului și al procedurii aferente de testare pe vehicul.

Controlul TCM (*Transmission Control Module*). ECM-ul are câteva ieşiri care transmit informaţia către un modul electronic pentru controlul transmisiei (TCM), calculator care controlează funcţionarea transmisiilor automate. Informaţiile pe care TCM-ul le primeşte de la ECM sunt folosite pentru calcularea parametrilor de control ai transmisiei, astfel încât funcţionarea transmisiei automate să fie în acord cu modul de operare al motorului.

Controlul compensaţiei EGR (*Exhaust Gas Recirculation*). Supapa EGR este comandată vacuumatic, fără a fi controlată de ECM. Softul ECM-ului modifică însă condiţiile de funcţionare ale motorului, când calculatorul prevesteşte că această supapă este deschisă.

2.3.4. Strategia calibrării autoturismelor din producţia indigenă

Se poate spune că, actual, există două caracteristici majore ale calibrării autoturismelor din producţia indigenă, ambele negativiste: *lipsa de personalizare* şi *lipsa de standardizare*. În aceste condiţii, practic, nu se poate vorbi încă de o strategie a calibrării autoturismelor din producţia indigenă. De ce este însă nevoie de o astfel de strategie strict abordabilă, se va arăta şi argumenta, experimental, în cele ce urmează.

Lipsa de personalizare a procesului de calibrare a autoturismelor din producţia indigenă se regăseşte, în primul rând, în faptul că nu există încă un constructor român de automobile care să aibă propriile proceduri de lucru în acest domeniu şi, în al doilea rând, ca o consecinţă a acestui fapt, nu sunt particularizate foarte clar condiţiile de mediu şi de exploatare a vehiculelor pe teritoriul României. Această lacună de sistem favorizează, desigur involuntar, pe marii constructori de automobile şi defavorizează, evident, pe client şi, de ce nu, pe toţi cei care trebuie să suporte un grad de poluare atmosferică mai mare, neadaptat condiţiilor de trafic şi de exploatare din ţara noastră.

Lipsa de standardizare, în domeniul calibrării vehiculelor, este o consecinţă a lipsei de personalizare şi, de aceea, această caracteristică generează, la rândul ei, o multitudine de inconveniențe: incertitudine, ambiguitate, nonşalanţă etc. Responsabilitatea acestei standardizări este însă o altă problemă a cărei rezolvare, pentru România, este încă fără soluţie, atâta timp cât nu există iniţiativă. Pentru a exista însă iniţiativă, trebuie ca, mai întâi să existe o cunoaştere susţinută de date experimentale şi statistice, adică exact ceea ce îşi propune să facă această lucrare.

3. APARATURA NECESARĂ CALIBRĂRII VEHICULELOR

Procesul de calibrare a vehiculelor necesită, în principal, trei categorii de echipamente: echipamente necesare testării în condiții de laborator, echipamente necesare testării în condiții de drum și aparatură de uz general. În cele ce urmează, se vor prezenta, cu precădere, echipamentele utilizate cu ocazia experimentării ipotezelor de lucru ale prezentei lucrări.

3.1. Echipamente necesare testării vehiculelor în condiții de laborator

Echipamentele necesare testării în condiții de laborator a vehiculelor vizează, în principal, dezvoltarea preliminară a ECM-ului, dezvoltarea motorului pe stand și dezvoltarea motorului pe vehicul. Deoarece dezvoltarea preliminară a ECM-ului se face în laboratoare specializate, cu ajutorul simulatoarelor HIL (*Hardware In Loop*) sau SIL (*Software In Loop*) și, de aceea, în cele ce urmează nu se face referire la această categorie de echipamente.

3.1.1. Celule dinamometrice pentru încercarea motoarelor

Celula pentru încercarea motoarelor este, de fapt, o incintă în care este amplasat dinamometrul, incintă dotată și construită special (ignifugată și antifonată). Supravegherea și controlul celulelor pentru încercarea motoarelor se face dintr-o *cameră de comandă* separată. Principalele echipamente ce intră în dotarea unei astfel de celule sunt următoarele:

- *Dinamometrul*, care simulează încărcarea motorului (sarcina);
- *Sistem de alimentare cu combustibil* a motorului testat;
- *Sistem de alimentare cu energie electrică* a motorului;
- *Sistem de exhaustare a gazelor arse*;
- *Sistem de ventilație*, pentru răcirea motorului și pentru simularea prizei dinamice a aerului de admisie;
- *Sistem pentru controlul temperaturii* motorului;
- *Sistem pentru admisia aerului proaspăt* necesar arderii;
- *Sistem de pornire* a motorului;
- *Sistem de accelerare* a motorului;
- *Echipament de achiziționare date și control*, specific, de regulă, fiecărui furnizor de frâne dinamometrice;
- *Soft* specific dinamometrului și tipului de motoare testate;
- *Sistem de climatizare și condiționare a aerului*;
- *Sistem de fixare* (motor și dinamometru);
- *Sistem antivibrații.*

Analizorul de gaze este, în general, un echipament opțional al celulei de încercări, având în vedere costul ridicat al acestuia și faptul că, de obicei, un laborator de încercare a motoarelor dispune de mai multe celule iar testul de emisii constituie numai o mică parte din activitatea de investigare sub aspect energetic și de durabilitate a MAI. În cazul Centrului Tehnic DWAR, unde au avut loc experimentele, o singură celulă (din 5) este dotată cu analizor de gaze (tip Horiba).

În figura 3.1 este prezentată schema de principiu a unei celule pentru încercarea motoarelor cu ardere internă (modelul celulei AVL, unde au fost efectuate majoritatea testelor pe motor). S-au făcut următoarele notații:

1. Motorul supus încercării;
2. Frână dinamometrică;
3. Platformă-batiu, pe care se fixează motorul, dinamometrul și alte anexe;
4. Suspensia platformei-batiu, care poate fi cu arcuri sau cu perne de aer;
5. Cuplaj elastic;
6. Arbore cardanic;
7. Sistem de alimentare cu combustibil;
8. Sistem de exhaustare a gazelor de eșapament;
9. Sistem de răcire cu apă;
10. Sistem pentru admisie aer;
11. Sistem de ventilare a motorului;
12. Sistem de alimentare cu energie electrică;
13. Sistem de accelerare;
14. Sistem de pornire a motorului;
15. Sistem de control și achiziție a datelor;
16. Sistem de climatizare și condiționare a aerului.

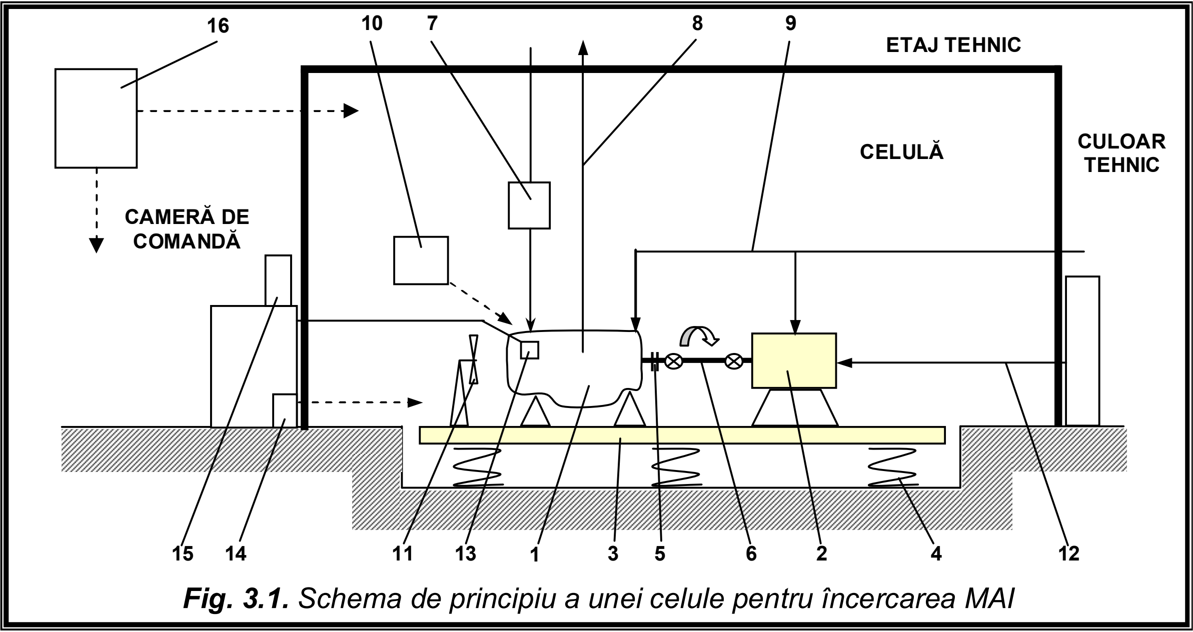


Fig. 3.1. *Schema de principiu a unei celule pentru încercarea MAI*

Dinamometrul pentru motoare este un sistem de încercare capabil să "încarce" (frâneze) motorul, astfel încât să simuleze condițiile de funcționare a acestuia pe vehicul. Din acest motiv, *dinamometrul* mai este cunoscut și sub denumirea de *frână dinamometrică*.

Uzual, pentru o mai bună acuratețe, dinamometrele măsoară puterea chiar la ieșirea din motor, eliminându-se astfel pierderile datorate influenței transmisiei și legăturii cu solul. Este posibil, totodată, un foarte bun control asupra tuturor parametrilor și condițiilor de încercare, deci și o foarte bună repetabilitate a testelor. În acest scop, partea dinspre volant a arborelui cotit este cuplată la dinamometru prin intermediul unui arbore cardanic.

Dinamometrele ne permit, aşadar, să reproducem cu precizie o turaţie sau un cuplu dorit, pentru testarea motorului în nişte condiţii concrete. De aceea, uzual, dinamometrele sunt folosite fie pentru *determinarea şi reglarea performanţelor* motorului, fie pentru *verificarea durabilităţii* acestuia.

În funcţie de metoda de inducere a frânării, dinamometrele se pot clasifica astfel:

- *Dinamometre mecanice* (cu materiale de fricţiune în contact);
- *Dinamometre aerodinamice* (mulinete);
- *Dinamometre hidrodinamice:* cu fricţiune (discuri, ştifturi); cu turbulenţă (cavităţi);
- *Dinamometre electrice:* EC (*Eddy Current*), cu curenţi turbionari; DC (*Direct Current*), cu curent continuu; AC (*Alternating Current*), cu curent alternativ.

Actual, pentru încercarea MAI se utilizează în exclusivitate dinamometre hidrodinamice şi electrice, datorită avantajelor pe care le au în raport cu cele mecanice sau aerodinamice. Un astfel de dinamometru a fost folosit şi în cazul experimentelor aferente acestei lucrări.

a. Dinamometrele hidrodinamice folosesc, de regulă, ca agent de lucru *apa*. Mai multă apă în interiorul dinamometrului înseamnă o forţă de frânare mai mare.

A*vantaje*:

- Cost redus;
- Moment de inerţie mic;
- Întreţinere simplă.

Dezavantaje:

- Control dificil;
- Întreţinere costisitoare.

b. Dinamometrele EC produc cuplul de frânare utilizând principiul curenţilor turbionari induşi într-un disc metalic plasat într-un câmp magnetic.

Avantaje:

- Întreţinere uşoară;
- Control precis;
- Eficienţă mai bună la turaţii mici, comparativ cu dinamometrele hidraulice;
- Largă răspândire în industria auto.

Dezavantaje:

- Inerţie mare;
- Gabarit mai mare, pentru aceeaşi putere, comparativ cu dinamometrele hidraulice;
- Mult mai scumpe, comparativ cu dinamometrele hidrodinamice.

În figura 3.2 este prezentată *diagrama puterii* (caracteristica) specifică frânei cu curenţi turbionari tip EC-260 (furnizor: SuperFlow, SUA). Acest dinamometru are următoarele caracteristici constructive:

- Puterea maximă: 260 CP (190 kW);
- Cuplul maxim: 610 Nm;
- Turaţia maximă: 12 000 rot/min;
- Masa: 475 kg;
- Inerţia: 0,176 kg m/s^2.

c. Dinamometrele DC sunt, de fapt, motoare de curent continuu solicitate în contrasens, pe post de frână.

Avantaje:

- Pot funcţiona atât ca motor cât şi ca frână;
- Răspuns rapid;
- Nu necesită răcire cu apă (răcirea se face cu aer);

- Formează un sistem regenerativ împreună cu motorul testat (energia absorbită de la motorul testat este convertită în energie electrică utilizabilă, conducând deci la costuri energetice mai mici).

Dezavantaje:

- Cost ridicat (dinamometrul presupune și amplificator de putere);
- Inerție mare;
- Funcționare cu amperaj mare.

d. Dinamometrele AC sunt similare celor DC, cu deosebirea că folosesc motoare de curent alternativ.

Avantaje:

- Poate funcționa atât ca motor cât și ca frână;
- Inerție foarte mică;
- Răspuns foarte rapid;
- Formează un sistem regenerativ împreună cu motorul testat.

Dezavantaje:

- Cost ridicat;
- Funcționare la amperaj mare.

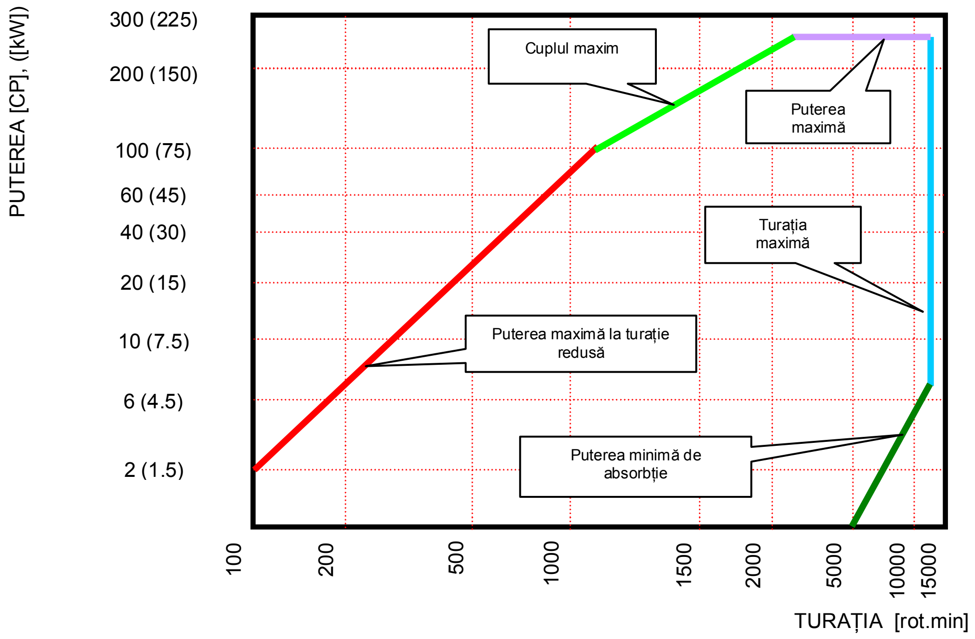


Fig. 3.2. *Diagrama de putere a dinamometrului EC-260*

Sistemul APA 102/EU, fabricat de firma austriacă ELIN și inclus în echipamentul AVL (Austria) al celulelor de încercare a motoarelor, este alcătuit din două componente majore: *dinamometru* tip INDY 12/2P și *convertor* tip IRIS 12/EU.

Dinamometrul INDY 12/2P este o mașină asincronă trifazică cu doi poli. Statorul acesteia este conceput ca un mecanism de contrabalans care permite măsurarea cuplului. Rotorul are un capăt liber, pentru a prelua sau a transmite cuplul, iar la celălalt capăt are amplasat un detector de turație.

Răcirea dinamometrului se realizează prin intermediul a două ventilatoare proprii, plasate deasupra acestuia. Între aceste două ventilatoare, este poziționat terminalul conexiunilor electrice ale dinamometrului.

Conectarea electrică exterioară a dinamometrului poate fi făcută pe ambele părți (stânga sau dreapta), însă conectarea standard este pe partea dreaptă, privind dinspre capătul de antrenare a dinamometrului. Comunicarea cu exteriorul se realizează prin intermediul unui panou electric pentru controlul comunicării, componentă separată a sistemului.

Convertorul IRIS 12/EU este un dispozitiv electronic care convertește curentul alternativ în curent continuu și invers, având, în principal, rolul de a asigura controlul turației pentru dinamometru, care, în acest caz, este, de fapt, o mașină asincronă. Principalele sale atuuri sunt valorile ridicate ale turației și ale cuplului de frânare pe care le poate controla, ceea ce îl recomandă pentru sisteme de control sofisticate, foarte precise.

Convertorul este conectat, pe de o parte, la o sursă de curent trifazic și, pe de altă parte, alimentează dinamometrul cu tensiune și frecvență variabilă printr-o linie electrică separată. Senzorii de temperatură de pe dinamometru, cât și detectorul de turație, sunt conectați la convertor printr-un cablu de semnal.

Convertorul comunică, prin interfața magistrală, cu computerul standului, care, la rândul lui, elaborează și furnizează valorile reale ale cuplului motor măsurat. Detectorul de cuplu este montat pe dinamometru și conectat la computer printr-o linie de semnal separată.

Softuri pentru dinamometre. Majoritatea softurilor aferente dinamometrelor pentru încercarea motoarelor sunt concepute pentru lucrul sub *Windows* și permit următoarele facilități:

- Colectarea și înregistrarea datelor de la sute de canale;
- Vizualizarea datelor specifice testelor în derulare din camera de comandă, prin rețea sau prin Internet;
- Creează un ușor și atractiv instrument de vizualizare a parametrilor de funcționare ai motorului, fără alte programe ajutătoare.

Cell Assistant este primul soft de achiziționare date al firmei americane Dyne Systems și este capabil să controleze complet, automat sau manual, toate încercările efectuate în celula dinamometrică. Acest soft permite integrarea într-un sistem comun, pe lângă dinamometrul aferent și motorul încercat, a mai multor dispozitive specifice, cum ar fi:

- Standuri cu rulouri (pentru emisii);
- Analizoare de gaze;
- Sisteme de măsurare a consumului de combustibil;
- Alte dinamometre;
- Sisteme de achiziționare a datelor.

Sisteme de achiziționare a datelor. *Superflow SF-742* este un sistem de control și achiziție date specific dinamometrelor Superflow. El poate activa, prin relee digitale de control, dispozitive de tip ON/OFF, precum pompe, lumini, ventilatoare, care asigură mediul propice de testare. Sistemul SF-742 achiziționează, manevrează și stochează datele provenind de la 169 canale, după cum urmează:

- 76 canale de la senzorii de intrare;
- 23 canale pentru datele constante;
- 30 canale de rezervă (estimate);
- 10 canale de interpolare;
- 30 canale speciale de date ale sistemului;
- 2 canale pentru greutatea specifică;
- 2 canale pentru controlul punctelor setate;
- 10 canale pentru memorii temporare;
- 10 canale pentru temporizatoarele autotest;

- 3 canale pentru timpul curent (ora, minutul și secunda);
- 1 canal pentru temporizatorul master-test;
- 1 canal pentru regulatorul timpului de funcționare;
- 1 canal pentru masa combustibilului (gravimetric).

Datele (fiecare în parte) sunt achiziționate cu o frecvență de 10 Hz (10 eșantioane/sec). În schimb, datele curente afișate pe monitorul PC-ului sunt actualizate cu o frecvență de aproximativ 4.0 Hz (de 4 ori/sec).

Majoritatea datelor achiziționate cu ajutorul sistemului *Superflow SF-742* sunt automat filtrate cu ajutorul softului *WinDyn* (producător firma Superflow, SUA).

3.1.2. Standul dinamometric cu rulouri

În figura 3.3 este prezentată schema de principiu a sistemului pentru determinarea emisiilor de evacuare conform metodei CVS (*Constant Volume Sampler*).

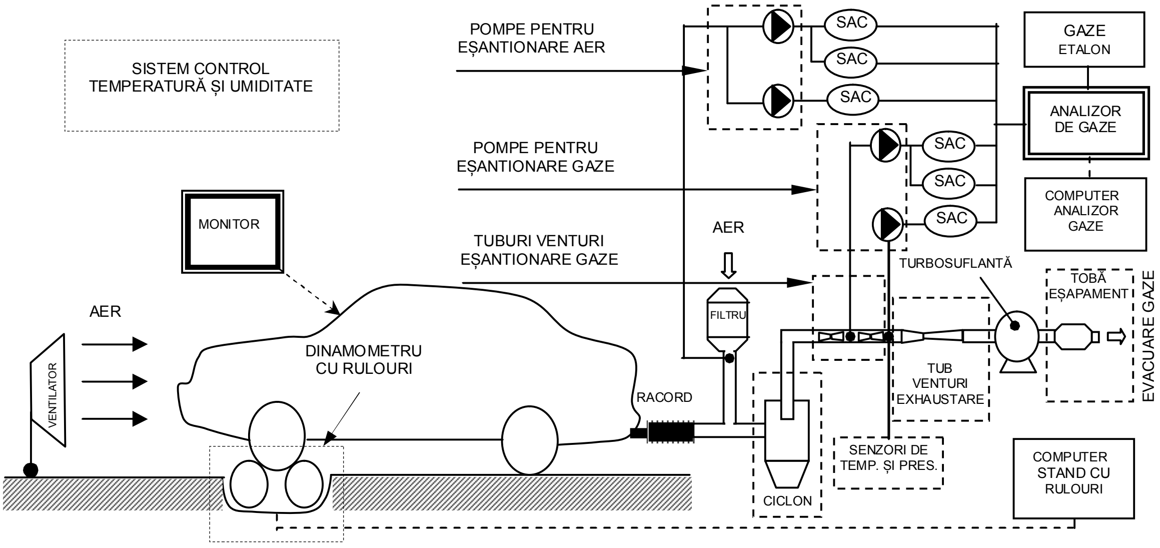

SISTEM CONTROL TEMPERATURĂ ȘI UMIDITATE
POMPE PENTRU EȘANTIONARE AER
SAC
SAC
SAC
GAZE ETALON
ANALIZOR DE GAZE
POMPE PENTRU EȘANTIONARE GAZE
SAC
SAC
SAC
COMPUTER ANALIZOR GAZE
MONITOR
AER
TUBURI VENTURI EȘANTIONARE GAZE
TURBOSUFLANTĂ
TOBĂ EȘAPAMENT
EVACUARE GAZE
AER
FILTRU
VENTILATOR
DINAMOMETRU CU RULOURI
RACORD
TUB VENTURI EXHAUSTARE
SENZORI DE TEMP. ȘI PRES.
CICLON
COMPUTER STAND CU RULOURI

Fig. 3.3. *Schema de principiu a sistemului de determinare a emisiilor de eșapament*

Vehiculul de testat este plasat pe un dinamometru cu rulouri, dinamometru amplasat, la rândul lui, într-o *incintă cu ambient controlat* (temperatură și umiditate relativă). *Ventilatorul pe roți*, amplasat în fața vehiculului, are rolul de a asigura răcirea suplimentară a motorului, datorată aerului, și de a simula rezistența aerodinamică, debitul acestuia fiind corelat cu viteza de rulare pe stand a vehiculului.

Dinamometrul cu rulouri reproduce sarcina și inerția vehiculului, similar rulării pe drumurile publice. Acesta și-a început o nouă "viață" odată cu standardizarea testelor de emisii (v. Regulamentul nr. 83 ECE-ONU), până atunci el fiind folosit, în general, numai pentru determinarea forței la roată și a randamentului global al transmisiei. Energia mecanică transmisă rulourilor prin intermediul roților motoare ale vehiculului este absorbită de o frână specială (dinamometru), care poate fi: hidraulică, electromagnetică sau electrică. Simularea ciclului de testare și, ca urmare, controlul dinamometrului se face cu ajutorul unui *computer*.

Operatorul, aflat la volan, va trebui să conducă vehiculul astfel încât să respecte întocmai structura ciclului de testare, ciclu pe care îl vizualizează pe un *monitor* aflat în imediata apropiere. Un cursor îi indică pe ecran, în același timp, poziția din ciclul de testare unde se află la un moment dat. Pentru efectuarea experimentelor aferente acestei lucrări, s-a folosit un stand cu rulouri produs de firma germană Zöllner.

Prin intermediul unui *racord flexibil* gazele de evacuare sunt preluate de sistemul de diluție și exhaustare. Conform metodei CVS, gazele prelevate pentru analiză sunt diluate cu aer preluat din mediul ambiant, aer bine filtrat, atât cu ajutorul *filtrului de admisie* cât și cu ajutorul *ciclonului separator* (după diluarea gazelor). După diluție, gazele de evacuare prelevate pentru analiză, prin intermediul *tuburilor Venturi de eșantionare*, sunt absorbite de către *pompele de eșantionare* aferente și dirijate către *sacii de colectare*, fiecare dintre ei având circa 100 l. Restul gazelor de eșapament sunt evacuate direct în atmosferă, sistemul de exhaustare fiind compus, în general, din *tub Venturi de exhaustare*, *turbosuflantă* și *tobă de eșapament*.

Imediat din avalul filtrului de aer sunt prelevate, în paralel, eșantioane de aer și, prin intermediul *pompelor de eșantionare* aferente sunt dirijate către alți *saci de colectare*, confecționați din plastic transparent, ca și cei destinați colectării gazelor.

De menționat însă că, potrivit metodei CVS, în sacii de plastic sunt colectate din gazele de evacuare numai fracțiuni reprezentative pentru fiecare mod al ciclului de testare. Prin această metodă, gazele de eșapament sunt diluate cu aer ambiental filtrat astfel încât să se mențină un anumit raport emisii / aer pentru fluxul gazelor de evacuare pe întreg parcursul ciclului de testare.

După terminarea ciclului de încercare, concentrația poluanților din sacii colectori este identică cu concentrația medie a poluanților din amestecul *gaze de evacuare-aer*. Cunoscând volumul de gaze, stabilit cu ajutorul tubului Venturi sau a compresorului Roots, precum și densitatea acestora, se poate estima masa noxelor emise, corectată pentru condițiile standard de mediu, conform Regulamentului nr. 83 ECE-ONU.

Standul cu rulouri constă, în principal, din unul sau două rulouri conduse de roțile motoare ale vehiculului și conectate la o frână dinamometrică, menită să controleze sarcina aplicată rulourilor. Hardul și softul sunt, acum, echipamente indispensabile standurilor cu rulouri, operatorul având la dispoziție doar un dispozitiv simplu (monitor) pentru controlul anumitor funcții ale dinamometrului, în timpul conducerii vehiculului.

Standul cu rulouri are niște avantaje deosebite, cel mai important dintre acestea fiind acela că permite testarea atât a performanțelor vehiculului cât și ale motorului montat pe vehicul. Uzual, acest stand este folosit pentru:

- Determinări rapide ale puterii motorului;
- Testarea suplimentară a motorului deja studiat pe dinamometru;
- Măsurarea pierderilor transmisiei planetare sau longitudinale;
- Testarea vehiculului în condiții precis determinate;
- Determinarea consumului de combustibil, a zgomotului și a emisiilor pe vehicul, în condiții repetabile, bine determinate.

Încercarea inerțială este ideea care stă la baza concepției standului cu rulouri. Puterea mecanică (P) este definită ca lucrul mecanic efectuat într-un anumit interval de timp:

$$P = L / t. \tag{3.1}$$

Pentru un stand cu rulouri, lucrul mecanic este obținut prin accelerarea unei role cu masa și inerția cunoscute. Dacă timpul și accelerația sunt înregistrate iar raza rolei (r) este deja cunoscută, este posibil să se determine puterea:

$$P = M_i / t = (F_i \times r) / t = (m \times a \times r) / t. \qquad (3.2)$$

Inerția ruloului este o caracteristică importantă a standului și reprezintă echivalentul masic al vehiculului testat (*Exemplu:* 950 kg). Acest număr înseamnă, de fapt, că ruloul simulează rezistența inerțială la accelerare a unui vehicul cu această masă. Ideal, inerția ruloului (echivalentul masic al vehiculului) ar trebui să fie egală cu masa totală reală a vehiculului testat, numai astfel putând fi simulate perfect performanțele de drum ale acestuia. Deoarece masa vehiculelor testate pe rulou variază în mod considerabil, acest lucru nu poate fi compensat decât prin utilizarea unor *dinamometre cu inerție variabilă*. În funcție de soluția tehnică adoptată pentru variația inerției, se deosebesc:

- *Dinamometre MIS* (*Mechanical Inertia Simulation*), care utilizează o serie de volanți ce pot fi antrenați separat, astfel încât să echivaleze masa vehiculului testat;
- *Dinamometre EIS* (*Electrical Inertia Simulation*), care utilizează motoare electrice capabile să simuleze electric inerția de compensare (echilibrare).

Aceste dinamometre cu inerție variabilă sunt considerabil mult mai complexe și mai scumpe, atât ca soluție constructivă cât și ca instalare, și, ca urmare, sunt folosite, de obicei, pentru simularea foarte precisă a ciclurilor de conducere, în cazul determinării emisiilor poluante. În schimb, pentru testele de performanțe și de diagnosticare, inerția dinamometrului nu trebuie să simuleze strict greutatea vehiculului. Fluxul alimentării cu aer și cu combustibil va fi afectat numai dacă rata accelerării diferă substanțial.

3.1.3. Echipamentul SHED

Standul FV VT SHED (*Fixed Volume Variable Temperature SHED*), fabricat de firma americană CAI (*California Analytical Instruments*), are un volum fix standardizat (48,37 m^3) și principalele sale componente sunt următoarele:

- Incintă etanșă;
- Sistem de condiționare a aerului;
- Sistem de purjare;
- Sistem pneumatic de control;
- Sistem de alarmare PSI;
- Sistem de compensare a presiunii;
- Sistem de condiționare a benzinei;
- Sistem ORVR (*Onboard Refueling Vapor Recovery* - Panou pentru recuperarea evaporațiilor la alimentarea cu combustibil);
- Cărucior pentru condiționarea și alimentarea cu combustibil;
- Sistem de interblocare energetică și alarmare.

Compensarea de volum, datorată variațiilor de temperatură, este realizată utilizând un orificiu menit să măsoare precis fluxul de aer de la și către VT SHED. Un analizor propriu de hidrocarburi este utilizat pentru a măsura continuu conținutul total de carbon al acestui flux de aer. Acest echipament este folosit pentru a cuantifica emisiile evaporative de la un vehicul staționat într-o incintă etanșă pe parcursul unor perioade diferite de timp și la temperaturi diferite. Sistemul are posibilitatea de a efectua două teste de evaporații: expunerea vehiculului staționat la caniculă și umplerea rezervorului cu benzină în condiții caniculare.

Incinta etanșă este construită din plăci de aluminiu cu grosimea de 3 mm. Plafonul, pereții și ușa sunt acoperite, la exterior, cu panouri izolatoare din textură aluminizată. Ferestrele de observare, izolate termic, sunt incluse în fiecare latură a incintei, inclusiv în ușă. În plus, în plafon sunt prevăzute alte două ferestre izolate, care să faciliteze evacuarea flăcărilor, în cazul unei explozii nedorite în interiorul incintei etanşe. Pardoseala incintei constă în 6 panouri din aluminiu fixate, separat, pe planşeu astfel încât să nu permită pătrunderea sau absorbţia scurgerilor accidentale de benzină.

Sistemul de condiţionare a aerului presupune existenţa unor termocuple montate în pereţii incintei, care monitorizează continuu temperatura din interior. Gestionarea aerului ţine cont de schimbul de căldură, astfel încât să nu se depăşească un ΔT impus.

Sistemul de purjare al incintei etanşe este constituit, în principal, dintr-un ventilator cu diametrul de 12”. Acest ventilator purjează aerul din incintă, înainte de un nou test, printr-o clapetă acţionată pneumatic.

Sistemul pneumatic de control este conceput ca o unitate aptă a se monta pe oricare dintre pereţii laterali ai incintei şi conţine toţi regulatorii de presiune şi valvele solenoidale necesare acţionării uşii şi operaţiei de purjare. Interfaţarea cu consola VT SHED se face printr-un singur cablu multiconector.

Sistemul de alarmare PSI presupune existenţa unui detector de gaz, care sesizează operatorul, optic şi acustic, atunci când concentraţia hidrocarburilor din incinta etanşă depăşeşte o anumită limită de siguranţă. Automat, softul va abandona testul în curs, deschizând uşa şi activând aerisirea (purjarea) incintei.

Sistemul de compensare a presiunii menţine, în interiorul incintei, o presiune pozitivă constantă cu ajutorul unei pompe de aer, prin adăugarea sau evacuarea de aer.

Sistemul de condiţionare a benzinei este un echipament separat de SHED, care permite controlul temperaturii benzinei din rezervorul vehiculului.

Sistemul ORVR este un echipament opţional care permite evaluarea emisiilor evaporative ocazionate de alimentarea cu benzină, în condiţii caniculare, test impus, deocamdatş, doar de normele americane.

Căruciorul pentru condiţionarea şi alimentarea cu combustibil permite alimentarea cu benzină a vehiculului aflat în SHED, în condiţiile cerute de regulamentul american referitor la emisiile evaporative, lucrând numai împreună cu sistemul ORVR.

3.1.4. Analizoare de gaze

Analizorul de gaze tip Pierburg AMA 2000, folosit pentru determinarea emisiilor de eşapament, a emisiilor evaporative şi a consumului de combustibil, este constituit, în principal, din cinci module analitice:

1. *Analizor de hidrocarburi*, tip FID PM-2000;
2. *Analizor de oxizi de azot*, tip CLD PM-2000;
3. *Analizor de oxigen,* tip PMD OXIMAT-2000;
4. *Analizoare cu infraroşu*, tip NDIR BINOS-2000;
5. *Analizorul de bioxid de sulf*, tip NDUV.

Aşadar, acesta este un tip de analizor cu memorie descentralizată, cu structură modulară, flexibil şi făcut să răspundă cerinţelor legislative din majoritatea ţărilor. Fiecare modul-analizor are propria unitate electronică de control (ECU) cu procesor intern de 16 biţi.

Pe lângă modulele analitice menţionate mai sus, analizorul AMA 2000 (echipament utilizat şi în cazul experimentelor aferente acestei lucrări) mai conţine următoarele module auxiliare:

- *Modulul pentru condiţionarea eşantioanelor de gaz*, tip PGA 2000, care conţine filtre, pompe şi răcitor cu descărcarea continuă a condensului, precum şi senzori de presiune şi umiditate;
- *Modulul pentru distribuţia gazelor*, tip PVE 2000, prevăzut cu valve solenoidale, controlori şi indicatori de flux pentru minim (*zero*), maxim (*span*) şi eşantionare gaze pentru fiecare analizor individual;
- *Modulul sursei de energie*, tip PNE 2000;
- *Computer*, tip PSE 2000, care controlează şi coordonează toate analizoarele, componentele şi funcţiile sistemului de emisii, comunică cu toate echipamentele periferice şi asigură interfaţa cu operatorul;
- *Module speciale* (divizor de gaze, conexiuni pentru fiecare plajă de măsurare a gazelor, înregistrare date etc.);
- *Componente externe* (accesorii).

1. Analizorul de hidrocarburi (tip Pierburg FID PM-2000) a fost proiectat ca un *"pressure FID"* (*Flame Ionization Detector* – Detector cu flacără ionizată sub presiune); aceasta înseamnă că o pompă comprimă eşantioanele de gaze în sistem, pe circuitul de admisie fiind instalate numai filtrul gazelor eşantionate şi o valvă.

2. Analizorul de oxizi de azot (tip Pierburg CLD PM-2000) operează cu o pompă exterioară de vacuum, care generează o presiune absolută joasă în camera de reacţie, cu o capacitate de absorbţie mare, având scopul de a îmbunătăţi producerea radiaţiei ce favorizează reacţiile de iniţiere a fenomenului de chemiluminiscenţă (CLD – *ChemiLuminiscence Detector*).

3. Analizorul de oxigen (tip Pierburg PDM OXIMAT-2000) funcţionează pe baza fenomenului de paramagnetism.

4. Analizoarele cu infraroşu (tip Pierburg NDIR BINOS-2000) sunt constituite, în principal, din două unităţi: una electronică şi cealaltă fotometrică. Metoda NDIR (*Non Distructive Infrared Radiation*) permite determinarea emisiilor de oxizi de carbon (CO şi CO_2) din gazele de evacuare, bazându-se pe absorbţia selectivă a energiei radiante nedispersive prin spectrul de radiaţii infraroşu.

5. Analizorul de bioxid de sulf (tip Pierburg NDUV) se bazează pe metoda NDUV (*Non Distructive Ultra Violet*) şi, deocamdată, este un echipament opţional al analizorului AMA 2000.

3.1.5. Camere climaterice

Camerele climaterice utilizate pentru calibrarea vehiculelor sunt incinte etanşe, termoizolate, cu temperatura interioară controlată. În principal, acestea servesc pentru calibrarea pornirii la rece, în condiţii de ger, dar şi pentru calibrarea alimentării cu combustibil, la pornire, în condiţii caniculare. Dimensionarea camerelor climaterice se face, de regulă, pentru unul sau două vehicule, fără a avea un volum fix standardizat. Plaja de lucru a acestora este, de regulă, cuprinsă între –40°C şi +110 °C.

Pentru a facilita extinderea calibrării şi asupra draivabilităţii vehiculului în condiţii de temperaturi extreme, camerele climaterice sunt amplasate, de regulă, în imediata apropiere a pistei de încercări. În cazul testelor efectuate cu ocazia evaluării draivabilităţii vehiculului studiat, s-a folosit, pentru testele de pornire la rece, o cameră frigorifică tip Aurora (Franţa) şi, pentru testele de pornire în condiţii de caniculă, s-a utilizat incinta etanşă a echipamentului SHED, produs de firma americană CAI.

3.2. Echipamente necesare testării vehiculelor în condiții de drum

În această categorie vor fi încadrate toate echipamentele specializate, care pot fi montate pe vehiculul în vederea efectuării unor teste în condiții de drum. De aceea, din acest considerent, echipamentul VCADS (*Vehicle CAlibration Development System*) a fost încadrat tot în această categorie, chiar dacă acest echipament are, deopotrivă, o largă utilizare și în condișii de laborator.

3.2.1. Dispozitivul virtual tip roata a 5-a

În cele ce urmează, se va prezenta echipamentul de achiziționare a datelor (tip Datron, Germania) utilizat în determinarea performanțelor de demaraj (dispozitiv virtual tip roata a 5-a). Acesta se compune, în principal, din trei componente majore: *senzor de viteză*, *data logger* și *soft de gestionare* a procesului de achiziționare a datelor.

Senzorul de viteză (tip DLS1) se bazează pe următorul principiu de lucru:

Pe obiectul ce trebuie măsurat (în cazul de față, calea de rulare) este proiectat un spot luminos emis de o lampă proiectoare puternică (12V/20W) cu o lungime de undă cu bandă lată. Sensibilitatea maximă a foto-receptorului este reglată în jurul plajei de infraroșu (760 nm ... 300 µm). Acest lucru ar permite utilizarea unei iluminări standard cu halogen. Totuși, acest tip de lumină are o eficiență mai redusă, în ce privește plaja vizibilă, decât sursele cu raze în infraroșu, care sunt mai potrivite în acest scop. În plus, sursele în infraroșu sunt ușor de mânuit și, totodată, reprezintă o soluție ieftină pentru sistemul de iluminare.

Sistemul optic produce o imagine a obiectului pe care o focalizează pe placa grilei (v. fig. 3.4). Orice mișcare a senzorului sau a căii de rulare cauzează o mișcare a structurii punctelor pe grilă. De aici decurge o modulație care este produsă pe suprafața a două foto-receptoare.

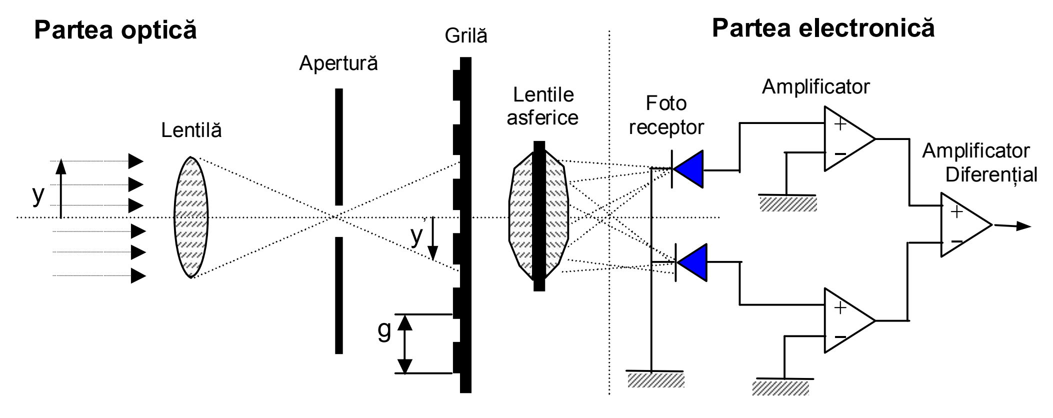


Fig. 3.4. *Sistemul optic al senzorului de viteză tip Datron*

Odată cu mișcarea relativă a senzorului și a suprafeței de referință, lumina emisă este spartă de grilă, după identificarea și transmiterea ei către două fotodiode. Frecvența corespunzătoare senzorului staționar este obținută, în al doilea rând, ca un semnal de referință emis și furnizat electronicii de evaluare ca o variabilă de referință și control a turației motorului.

Viteza reală indicată de sistemul de achiziţie date este determinată de diferenţa dintre frecvenţa măsurată şi cea de referinţă.

Frecvenţa (*f*), măsurată imediat la ambii senzori, va fi dată de relaţia:

$$f = v \times M/g\,, \qquad (3.3)$$

unde: v este viteza obiectului în mişcare (vehicul);

M – factorul imaginii ($M = y'/y$);

g – gradaţia grilei (v. fig. 3.4);

y' – dimensiunea imaginii pe grilă;

y – dimensiunea obiectului surprins de imagine.

Apertura este o deschidere mică a sistemului optic, plasată între lentilă şi grilă, în apropierea puntului de focar. Ea simulează o focalizare la infinit. Orice modificare a distanţei dintre senzor şi suprafaţă, fără apertură, ar determina o modificare a factorului imaginii, ceea ce ar însemna o afectare a frecvenţei măsurată în timpul fluxului constant calibrat.

Data logger-ul (tip μEEP 20) are rolul de a asigura securitatea şi integritatea datelor. Datele măsurate sunt salvate *online* pe hard disc în timpul măsurătorii şi, ca urmare, dimensiunea fişierelor nu este limitată de o memorie RAM. Dacă, la un moment dat, capacitatea hard discului nu este suficientă, se va recurge la un hard disc cu capacitate mai mare.

Softul de gestionare (tip *Davit*) este conceput atât pentru a livra datele achiziţionate, cât şi pentru evaluarea acestora. Operarea celor două posibilităţi se face sub Windows şi este aproape identică. *Davit* are şi o interfaţă grafică deosebit de convenabilă, atunci când se doreşte o analiză sau o vizualizare grafică a datelor.

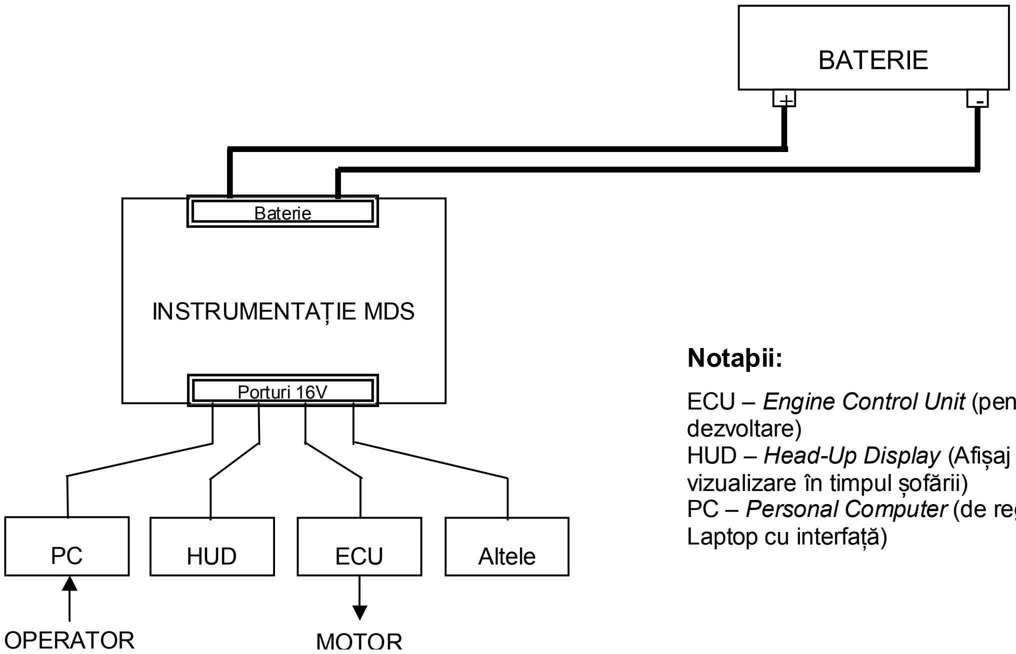
3.2.2. Echipamentul VCADS

În cele ce urmează, va fi prezentat, pe scurt, echipamentul de calibrare de tip MDS (*Modular Development System*), echipament realizat de compania Delco Electronics (SUA). Acest echipament este alcătuit, în principal, din următoarele componente:

- Unitatea principală a instrumentului (MIU - *Main Instrument Unit*);
- Cablaj de alimentare de la bateria vehiculului;
- Unitate de afişaj (DU – *Display Unit*);
- Cablaj DU;
- Kit de instalare DU;
- Modul de planificare (TM – *Target Module*), cu posibilităţi de dezvoltare, comunicare şi memorie de achiziţionare a datelor;
- Cablaj BES (*Bus Extension System*);
- Interfaţă tampon a computerului cu *login* intern (CIBIL – *Computer Interface Buffer with Internal Logging*);
- Cablaj paralel.

Pe de altă parte, echipamentul de calibrare VCADS (*Vehicle CAlibartion Development System*) operează cu două softuri specifice: softul MDS şi softul EMS. *Softul MDS* realizează, în general, următoarele funcţii:

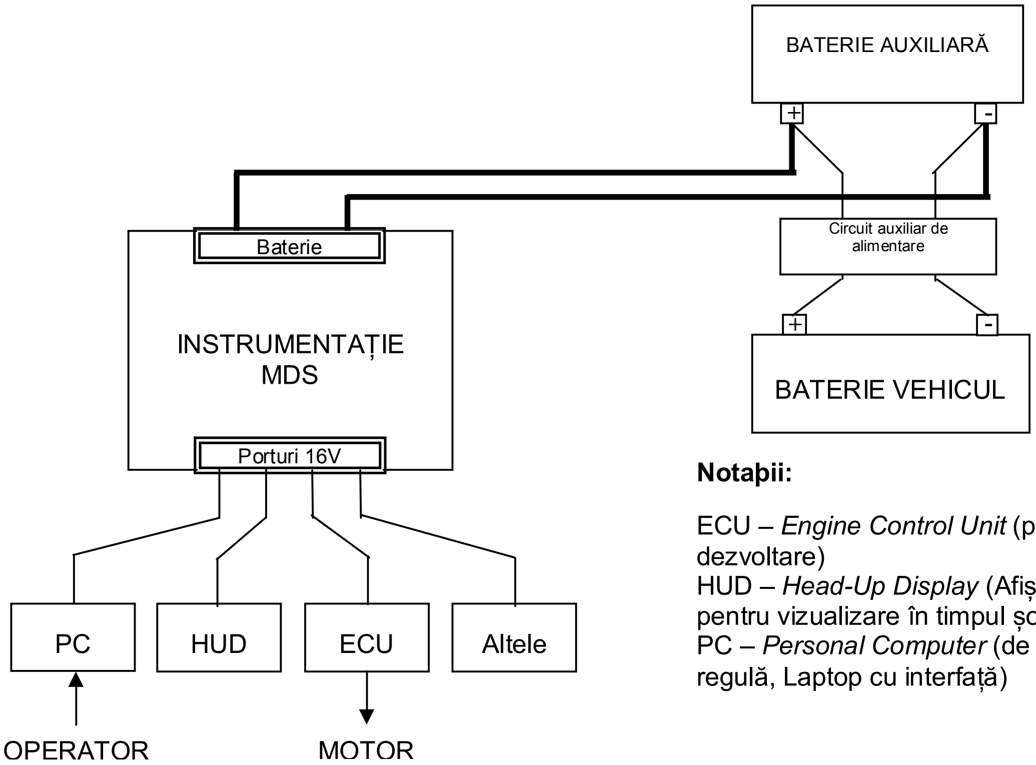
- Permite controlorului MIU să furnizeze informaţii către ECM;
- Permite achiziţionarea şi corectarea datelor prin intermediul *data logger*-ului;
- Permite calibrarea datelor, prin intermediul editorului MEM;
- Permite convertirea datelor în format Excel, prin intermediul convertorului EDS.


BATERIE
+
-
Baterie
INSTRUMENTAŢIE MDS
Porturi 16V
PC
HUD
ECU
Altele
OPERATOR
MOTOR

Notaþii:

ECU – *Engine Control Unit* (pentru dezvoltare)
HUD – *Head-Up Display* (Afişaj pentru vizualizare în timpul şofării)
PC – *Personal Computer* (de regulă, Laptop cu interfaţă)

Fig. 3.5. *Schema de instalare a MDS-ului cu alimentare direct de la bateria vehiculului*


BATERIE AUXILIARĂ
+
-
Circuit auxiliar de alimentare
+
-
BATERIE VEHICUL
Baterie
INSTRUMENTAŢIE MDS
Porturi 16V
PC
HUD
ECU
Altele
OPERATOR
MOTOR

Notaþii:

ECU – *Engine Control Unit* (pentru dezvoltare)
HUD – *Head-Up Display* (Afişaj pentru vizualizare în timpul şofării)
PC – *Personal Computer* (de regulă, Laptop cu interfaţă)

Fig. 3.6. *Schema de instalare a MDS-ului de la o baterie auxiliară*

Softul EMS lucrează, în general, cu fişiere tip CHR şi CAL şi permite, practic, funcţionarea motorului prin instalarea lui pe ECM-ul de dezvoltare specific.

Uzual, sunt folosite două scheme de instalare pe vehicul a echipamentului MDS: cu alimentare direct de la vehicul şi cu alimentare printr-o baterie auxiliară. În cazul experimentelor efectuate, s-a folosit întotdeauna schema de instalare a MDS-ului cu alimentare direct de la bateria vehiculului testat.

Instalarea MDS cu alimentare direct de la bateria vehiculului (v. fig. 3.5) prezintă următoarele *avantaje*:

- Este varianta de instalare recomandată de firma constructoare;
- Conectarea MDS-ului la bateria vehiculului se face printr-un cablaj de alimentare specific;
- Necesită un singur cablu de alimentare pentru instalare;
- Necesită o singură baterie pentru instalare;
- MDS-ul funcţionează la o tensiune mai mică de 4.5V, care atrage un curent de circa 20A. Acest curent este dependent însă de tensiunea bateriei. Curentul normal absorbit de MDS este de aproximativ 5A iar, în modul *stand-by*, curentul absorbit este mai mic de 50 mA.

Dezavantajele acestei scheme de instalare sunt următoarele:

- Alimentarea cu energie a MDS-ului nu este izolată de sistemul electric al vehiculului, în timpul anumitor operaţii de dezvoltare/calibrare;
- Memoria MDS-ului se va pierde atunci când bateria vehiculului este deconectată, fără a se lua anumite precauţii.

Instalarea MDS-ului cu alimentare de la o baterie auxiliară (v. fig. 3.6) prezintă următoarele *avantaje*:

- Necesită, pentru instalare, tot un singur cablu MDS de alimentare;
- Bateria vehiculului poate fi deconectată fără să se piardă memoria MDS-ului;
- Sursa de alimentare a MDS-ului, depinzând de un circuit de încărcare auxiliar, nu se cuplează direct la sistemul electric al vehiculului, în timpul procesului de dezvoltare specific.

Dezavantajele acestei scheme de instalare sunt, în general, următoarele:

- Necesită un circuit separat de încărcare;
- Sunt necesare două baterii pentru instalare (v. fig. 3.6);
- Defectarea circuitului de încărcare va cauza descărcarea bateriei auxiliare;
- Bateria auxiliară nu poate fi deconectată fără a se pierde memoria MDS, atunci când nu sunt luate măsurile speciale ce se impun;
- Bornele de minus ale celor două baterii trebuie sã fie legate la masă împreună, direct, pentru a asigura o modalitate adecvată de alimentare a MDS-ului.

3.2.3. Dispozitiv pentru determinarea consumului de combustibil

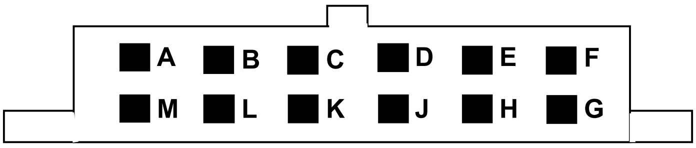
Actual, există o mare diversitate de aparate utilizate pentru măsurarea consumului de combustibil, de la simplele recipiente gradate şi până la aparate asistate de microprocesoare, cu afişaj numeric şi memorare a datelor achiziţionate. Pentru determinarea consumului de combustibil în condiţii de drum, cel mai adesea, se utilizează metoda volumetrică şi metoda gravimetrică. Ambele metode constau în măsurarea timpului în care se consumă o anumită cantitate de combustibil, corelată cu o înregistrare riguroasă a kilometrilor parcurşi.

În cazul testelor efectuate, cu ocazia determinării consumului de combustibil în condiţii de drum, s-a folosit un sistem performant, tip Datron, sistem prevăzut cu afişaj digital şi cu un sistem de achiziţie date cuplat cu un senzor optic de viteză.

3.2.4. Scanere de diagnosticare

Scanerele de diagnosticare sunt testere portabile specifice diagnosticării vehiculelor prevăzute cu sisteme ECM pentru gestionarea motorului. Acestea sunt folosite, în general, pentru a analiza funcționarea tuturor modulelor electronice aferente sistemului de gestionare a motorului (EMS).

Scanerul 11, folosit pentru diagnosticarea motoarelor Daewoo, poate citi informațiile de la ECM prin intermediul terminalului M al conectorului ALDL (*Assembly Line Data Link* – Conexiune la linia de colectare a datelor). De la TCM (cazul vehiculelor cu transmisie automată), informațiile sunt primite prin terminalul L (v. fig. 3.7).



A – Punere la masă
B – Terminal diagnosticare motor
C – Terminal diagnosticare transmisie automată
D - Nealocat
E - Nealocat
F - Nealocat
G - Nealocat
H - Nealocat
J - Nealocat
K - Nealocat
L – Date seriale de la TCM
M – Date seriale de la ECM

Fig. 3.7. *Configurarea conectorului ALDL*

Principalele funcții ale Scanerului 11 sunt următoarele:

1. Afișaj grafic de înaltă rezoluție (24 rânduri și 8 coloane);
2. Afișare coduri defect;
3. Afișarea listei de date (valori detectate sau măsurate);
4. Verificare actuatori;
5. Ștergere coduri de defect;
6. Ghid de întreținere și HELP.

Plaja de operare a acestui scaner este: -17^{o}C ... +50^{o}C, iar tensiunea de alimentare (c.c.): 9V ... 15V pentru o putere specifică de circa 4W. Capacitatea de memorie a sistemului: 2Mb-ROM și 256Kb-RAM; memoria grafică: 2Mb-ROM și 256Kb-RAM.

3.3. Aparatura de uz general necesară procesului de calibrare vehicul

Pe lângă echipamentele de testări specifice, specializate, în procesul de calibrare a vehiculelor se folosește, adesea, și aparatură de uz general, cum ar fi anemometrele, sistemele diverse de achiziționare a datelor, turometrele, multimetrele digitale etc. În cele ce urmează, vor fi prezentate câteva categorii de astfel de aparate, considerate a fi cele mai reprezentative, totuși, pentru domeniul de investigare a calibrării vehiculului. O astfel de aparatură a fost folosită și în cazul experimentelor aferente acestei lucrări.

3.3.1. Anemometre

Anemometrele utilizate în procesul de calibrare a vehiculelor sunt instrumente complexe de măsurare a condițiilor de mediu: viteza și direcția vântului, temperatura mediului înconjurător, umiditatea relativă a aerului, altitudinea locului de testare, iluminarea, radiațiile etc.

Anemometrul BABUC, produs de firma italiană LSI (*Laboratori di Strumentazione Industriale*) și utilizat în cazul experimentelor întreprinse de autor, este un sistem complex de instrumente, senzori, accesorii și programe soft pentru achiziția, afișarea, înregistrarea și procesarea unei largi varietăți de parametri, care definesc integral starea mediului înconjurător. Semnalele de intrare ale acestui anemometru pot fi primite prin orice combinație a diferiților senzori aferenți, pe care îi recunoaște automat, fără a crea incompatibilități funcționale.

În funcție de scopul urmărit, nivelele disponibile de procesare a informațiilor sunt, în ordine crescătoare, următoarele:

1. Afișare imediată a tuturor valorilor instantanee și a principalelor procese de măsurare aflate în curs de derulare;
2. Înregistrare date, crearea unei arhive locale a înregistrărilor în curs și listarea selectivă a datelor și a principalelor procese;
3. Transferarea arhivei locale la un PC, crearea unor arhive la scară mare și procesarea acestora utilizând programe aplicative specializate sau listinguri electronice de control;
4. Telecomanda sistemelor de achiziție, via modem, și gestionarea, astfel, a peste 32 de instrumente BABUC legate la rețea.

La anemometrele BABUC pot fi conectați, simultan, senzori de diferite dimensiuni și cu diferite proprietăți fizice, deoarece acestea îi recunosc și își reconfigurează automat circuitele electronice; ca urmare, informațiile procesate vor fi în acord cu mărimile măsurate.

Parametrii măsurabili cu anemometrele BABUC sunt următorii:

1. Temperatura mediului ambiant;
2. Umiditatea relativă;
3. Fluxul termic;
4. Iradierea;
5. Iluminarea;
6. Presiunea atmosferică și presiunea diferențială;
7. Viteza aerului (vântului);
8. Concentrația gazelor din aer;
9. Zgomotul;
10. Turația;
11. Altitudinea;
12. pH-ul;
13. Deplasarea.

Același parametru are, adesea, modele de senzori cu proprietăți fizice de măsurare diferite, cum ar fi viteza aerului și umiditatea, pentru care trebuie să fie selectat cel mai potrivit senzor, în acord cu cerințele particulare de moment. Anemometrele BABUC primesc, de asemenea, senzori non-LSI precum și semnale analoage standard, în mV. Având în vedere multitudinea mărimilor fizice determinate, acest tip de anemometre este prevăzut cu o mulțime de dispozitive adecvate scopului măsurătorii.

3.3.2. Multimetre digitale

Multimetrele digitale sunt instrumente complexe utilizate pentru măsurarea de mărimi diferite (în general, mărimi electrice) şi afişarea valorii instantanee măsurate. Multimetrele utilizate în domeniul calibrării vehiculelor au, de regulă, plaja de măsurare între 0 şi 50V (c.c. şi c.a.) iar acurateţea, 0.001V.

Multimetrul Fluke 88 Deluxe, care a fost utilizat pentru partea experimentală a acestei lucrări, este destinat aplicaţiilor din domeniul auto şi permite măsurarea următoarelor mărimi: tensiune, rezistenţă şi intensitate, cu înregistrarea valorilor Min/Max/Med. Impedanţa de intrare a acestui multimetru este de 10 MΩ.

3.3.3. Sisteme de achiziţie date

Utilizarea aparaturii specifice procesului de cartografiere a motorului devine practic imposibilă, fără utilizarea, în paralel, a unor sisteme *automate* de achiziţionare a datelor, sisteme deosebit de performante.

Sistemele moderne de achiziţionare a datelor, utilizate în domeniul auto, sunt, fără excepţie, sisteme automate, care utilizează un PC pe post de controler. În figura 3.8 este prezentată schema de principiu (structurală) a unui astfel de sistem, evidenţiindu-se, totodată, şi funcţiile de bază ale acestuia.

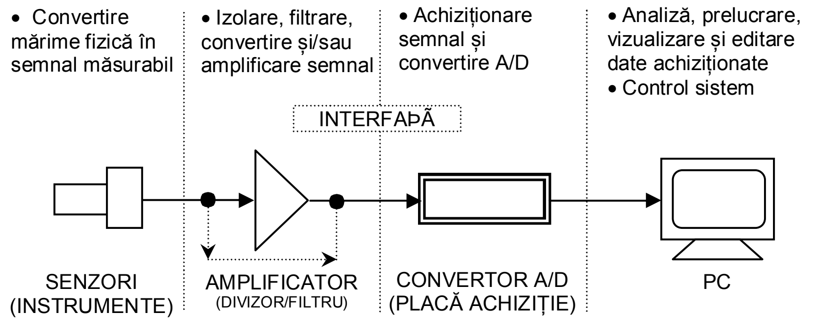

• Convertire mărime fizică în semnal măsurabil
• Izolare, filtrare, convertire şi/sau amplificare semnal
• Achiziţionare semnal şi convertire A/D
• Analiză, prelucrare, vizualizare şi editare date achiziţionate
• Control sistem
INTERFAÞĂ
SENZORI (INSTRUMENTE)
AMPLIFICATOR (DIVIZOR/FILTRU)
CONVERTOR A/D (PLACĂ ACHIZIŢIE)
PC

Fig. 3.8. *Schema de principiu a unui sistem automat de achiziţionare a datelor*

Într-un sistem de achiziţie date, semnalele provin de la diverşi senzori sau instrumente şi, ca urmare, fiecare tip de semnal necesită o interfaţă specială. Cele mai cunoscute interfeţe pot acoperi următoarele măsurători:

- *Semnale tip tensiune* (măsurare tensiune, flux şi nivel);
- *Traductori cu impedanţă ridicată* (măsurare concentraţie);
- *Semnale tip curent* (măsurare curent);
- *Semnale tip putere* (măsurare putere furnizată, curent şi tensiune);
- *Termocuple* (măsurare temperatură);
- *Rezistenţă* (măsurare temperatură, deplasare şi nivel mic);
- *Punţi tensiometrice* (măsurare tensiuni interne);

- *Excitaţie* (măsurare forţă, presiune, umiditate relativă, temperatură, nivel, nivel mic, concentraţie şi vibraţii);
- *Codificatori* (măsurare poziţie unghiulară);
- *Contoare-temporizatoare* (măsurare viteză şi debit);
- *Semnale digitale* (măsurare ON/OFF).

Cel mai cunoscut semnal interfaţat este semnalul tip tensiune. *Termocuplele*, *circuitele cu punte tensiometrică* şi *traductorii pe bază de concentraţii gazoase*, de exemplu, produc semnale tip tensiune. Interfaţa de achiziţionare a datelor va condiţiona, mai întâi, semnalul (amplificându-l sau filtrându-l) şi apoi îl va converti într-un număr digital, utilizând un convertor analog/digital (A/D). Această valoare digitală este apoi stocată ori procesată de computer (PC).

Sistemele de achiziţie date sunt capabile, uzual, de o preluare directă de către convertorul A/D a semnalelor de tensiune joasă, de la câţiva milivolţi până la câţiva volţi. Există însă trei aspecte majore care vizează semnalele tip tensiune: *amplitudinea*, *frecvenţa* şi *durata*.

1. *Amplitudinea* semnalului comportă următoarele aspecte:

Dacă semnalul este mai mic de câţiva milivolţi, este nevoie ca acesta să fie amplificat. Dacă semnalul este mai mare (ca amplitudine) decât plaja maximă a *input*-ului analog al hardului (tipic, ±10V), este nevoie ca semnalul să fie divizat cu o reţea de rezistori (divizor).

2. *Frecvenţa* semnalului este importantă din următoarele considerente:

Frecvenţele ridicate se pot manifesta printr-un zgomot specific şi, de aceea, este bine ca, înainte de digitizarea sa, semnalul să fie filtrat. Componenta cu frecvenţa cea mai ridicată a semnalului determină, adesea, modul cum ar trebui eşantionat *input*-ul (la cel puţin dublul celei mai înalte frecvenţe). Dacă sunt mai mult de două *input*-uri şi numai un convertor A/D, plaja de eşantionare totală trebuie să crească proporţional cu numărul semnalelor de intrare. Dacă se doreşte plotarea unui semnal cu componente de înaltă frecvenţă, sunt necesare 10 ... 20 de puncte într-un ciclu pentru a da o rezoluţie satisfăcătoare sinusoidei reprezentative. Pentru oscilaţii uşoare ale semnalului, de regulă semnale c.c. (curent continuu), trebuie să se ţină seama numai de timpul minim necesar pentru o modificare semnificativă în semnal.

3. *Durata* semnalului presupune următoarele precauţii:

Dacă se doreşte înregistrarea datelor achiziţionate, durata acestei înregistrări determină cerinţele de stocare: în memoria calculatorului sau pe disc. Formatul datelor stocate afectează, de asemenea, dimensiunea spaţiului de memorie necesar. Datele stocate în formatul ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), de exemplu, iau mai mult spaţiu decât datele stocate în formatul binar.

Aşadar, sistemele de achiziţionare a datelor capturează semnale de la un sistem fizic real (în cazul de faţă, motor) şi le converteşte într-o formă pe care computerul să o poată înţelege. Multe semnale – cum ar fi temperatura, presiunea, tensiunea, fluxul şi viteza – sunt, la origine, semnale analoge. De aceea, înainte de a fi transferate la computer, acestea necesită convertirea într-un semnal digital. Acest lucru se realizează cu ajutorul ***convertorului A/D***. În practică, este important să fie cunoscute următoarele caracteristici constructive ale acestuia: *plaja de intrare*, *rezoluţia*, *linearitatea*, *acoperirea*, *timpul de integrare*, *compensarea erorilor*, *timpul de eşantionare şi păstrare a achiziţiei* şi *recalibrarea*.

1. *Plaja de intrare* (*input*) a convertorului A/D este o caracteristică menţionată, obligatoriu, de constructor, şi este selectată, cel mai adesea, prin intermediul softului. Un input poate fi *bipolar*, acoperind o plajă de la –10 mV la +10 mV, de exemplu, sau *unipolar*, acoperind o plajă de la 0 la 10 V, să zicem.

2. *Rezoluţia* convertorului A/D este numărul de paşi în care este divizată plaja de intrare. Ea este, uzual, exprimată în biţi (n) şi numărul de paşi este 2^n. Un convertor cu rezoluţia de 12 biţi, de exemplu, divide plaja de intrare în 2^{12} sau 4096 de paşi. În acest caz, o plajă 0-10 V va fi

rezolvată la 0.25 mV (1V / 4096 paşi = 0.25 mV/pas), iar o plajă de 0-100 mV va fi rezolvată la 0.0025 mV (1mV / 4096 paşi = 0.0025 mV/pas). Deşi rezoluţia se îmbunătăţeşte, când plaja este îngustată, nu există totuşi un punct în care să fie posibilă rezolvarea semnalelor sub nivelul de zgomot al sistemului: tot ce rezultă este o citire instabilă.

3. *Liniaritatea.* Ideal ar fi ca un convertor A/D cu o rezoluţie (n) să convertească plaja de intrare într-un număr (2^n – 1) de paşi egali (4095 de paşi, în cazul unui convertor de 12 biţi). În practică însă paşii nu sunt exact egali, ceea ce duce la o neliniaritate ce pune în contradicţie semnalele de ieşire faţă de semnalele de intrare ale convertorului.

4. *Acoperirea* este plaja maximă pentru care convertorul A/D poate obţine, la ieşire, valori ale datelor achiziţionate. În general, ea este dată de inversul timpului de conversie însumat cu timpul de achiziţie al convertorului. Astfel, un convertor care necesită un timp de 10 μs, pentru achiziţie şi convertire, va fi capabil să genereze circa 100000 eşantionări/sec (1/10^{-5}sec). Acoperirea poate fi îmbunătăţită utilizând un convertor A/D complementar, astfel încât a doua conversie să poată porni în timp ce prima este încă în curs. Acoperirea poate fi redusă, totuşi, de alţi factori care împiedică transferul datelor la deplina capacitate a convertorului.

5. *Timpul de integrare.* Un convertor A/D *integrator* măsoară semnalul permiţându-i să încarce un condensator pentru o perioadă determinată. Integrarea calculează media semnalului de intrare peste timpul de integrare, care, dacă este ales corespunzător, va realiza media peste totalul principalelor cicluri, ajutând, în consecinţă, la reducerea interferenţei principalelor frecvenţe. Acoperirea unui convertor integrator nu este inversul timpului de integrare, deoarece aceasta depinde, de asemenea, de timpul maxim de descărcare (a condensatorului).

6. *Compensarea erorilor* este necesară atunci când, pentru condiţii de zero, se citeşte o altă valoare decât zero, deoarece fiecare altă citire va fi inexactă din cauza acestei abateri.

7. *Timpul de eşantionare şi păstrare a achiziţiei.* Un circuit de eşantionare şi păstrare trebuie să ″îngheţe″ tensiunea la momentul eşantionării. Această tensiune este păstrată apoi constantă cât timp convertorul A/D o digitizează. Timpul de achiziţie este timpul dintre declanşarea stării de memorizare (păstrare) şi emiterea semnalului de ieşire al circuitului de eşantionare, stabilizat la noua valoare a tensiunii *input.* Circuitele de eşantionare şi păstrare a datelor nu sunt specifice convertorilor integratori.

8. *Recalibrarea.* Unii convertori A/D sunt capabili să se auto-recalibreze periodic, prin măsurarea unei tensiuni de referinţă şi prin compensarea abaterilor. Această facilitate este valoroasă pentru monitorizări de termen lung, pentru ca abaterile să nu fie acumulate. Dacă însă recalibrările sunt efectuate prea rar, se poate întâmpla să apară mici discontinuităţi în înregistrarea datelor, atunci când are loc recalibrarea. Deviaţia apare din cauza anumitor componente cu rol de amplificator care îşi schimbă, în timp, caracteristica de funcţionare, în funcţie de temperatură. Această deviaţie este semnificativă, în special, atunci când se doreşte măsurarea unor semnale de nivel scăzut, de ordinul a câtiva milivolţi, de-a lungul unor perioade lungi de timp ori în condiţii de mediu dificile.

Principalele tipuri de convertoare analog / digital (A/D) utilizate în structura sistemelor de achiziţionare a datelor se bazează, în general, pe următoarele principii de funcţionare: *aproximări succesive*, *integrare cu pantă duală*, *sarcină în balans*, *flash* şi *sigma-delta*.

1. *Convertorul prin aproximări succesive* furnizează o conversie rapidă a valorilor momentane al semnalului. El se bazează pe compararea semnalului eşantion, în primă fază, cu o tensiune care reprezintă jumătatea plajei de intrare. Dacă semnalul este peste acest nivel, el este comparat cu trei sferturi din valoarea maximă a plajei şi aşa mai departe. Doisprezece astfel de paşi dă o rezoluţie de 12 biţi. În timp ce au loc aceste comparaţii, semnalul este ″îngheţat″ într-un *circuit de eşantionare şi păstrare*. După conversia A/D, biţii rezultaţi sunt plasaţi spre oricare din canalele de informaţii (*pipeline*) sau de stocuri tampon. Un canal de

stocare a informaţiilor permite convertorului A/D să facă o altă conversie în timp ce data precedentă este transferată către computer. Convertorii A/D cu stocuri tampon plasează datele pentru a sta la coadă în memoria tampon. Computerul poate citi valoarea convertită a acestora imediat sau poate permite acumularea lor în memoria tampon (*buffer*) pentru a le citi ulterior, când îi convine mai mult. Aceste libertăţi pe care computerul şi le permite au scopul de a se lucra cu eşantioanele în timp real, permiţând totodată procesarea acestora în grupuri convenabile, fără a se pierde vreo dată.

2. *Convertorul prin integrare cu pantă duală* reduce zgomotul dar este prea lent, comparativ cu tipul de convertor bazat pe metoda aproximărilor succesive. El permite semnalului *input* să încarce un condensator, pentru o perioadă fixă, şi apoi măsoară timpul necesar descărcării complete a condensatorului, la o rată impusă. Pentru ţările în care reţelele de tensiune au frecvenţa standard de 50 Hz, rata impusă ar trebui să fie 20 ms. Acest timp este o măsură a tensiunii *input* integrate, care reduce efectele zgomotului.

3. *Convertorul cu sarcină în balans*. Semnalul *input* încarcă, de asemenea, un condensator, pentru un timp dat, dar la acest convertor condensatorul este descărcat simultan, în unităţi de pachete de sarcină: când condensatorul este încărcat mai mult decât dimensiunea pachetului, el va expedia un pachet, altfel nici un pachet nu poate fi difuzat. Aceasta creează un lanţ de pulsaţii. Semnalul *input* este determinat prin numărarea pulsurilor provenind de la condensator. Zgomotul specific de funcţionare este redus prin integrarea semnalului *input*, în timpul încărcării condensatorului.

4. *Convertorul cu flash* este cel mai rapid tip de convertor dintre cei prezentaţi aici. Asemeni convertorului prin aproximări succesive, el funcţionează pe baza comparării semnalului *input* cu o tensiune de referinţă, numai că un convertor cu flash nu poate avea mai puţini comparatori decât cât paşi există în acea comparaţie. Un convertor de 8 biţi, aşadar, are 2^8 sau 256 de comparatori (circuite pentru compararea a două semnale).

5. *Convertorul sigma-delta* digitizează semnalul cu rezoluţie foarte joasă (1 bit) şi cu o foarte ridicată rată a eşantionării (de ordinul MHz). Printr-o supraeşantionare şi utilizând filtre digitale, rezoluţia poate fi îmbunătăţită până la peste 20 de biţi. Convertoarele sigma-delta sunt folosite, în special, pentru conversia de înaltă rezoluţie a semnalelor cu frecvenţă joasă precum şi la conversia semnalelor cu distorsiuni joase conţinând frecvenţe audio. Aceste convertoare au o bună liniaritate şi o acurateţe ridicată.

3.4. Stadiul laboratoarelor româneşti vizând calibrarea vehiculelor

Cercetarea şi dezvoltarea (în engleză, *R&D - Research and Development*) sunt procese legate, în general, de producţia industrială, procese prin care se dă viaţă inovaţiei tehnologice, atât prin apariţia de produse noi cât şi prin reîntinerirea celor mai vechi, deja uzate moral. *Inovaţiile*, ca impuls al noilor produse şi procese, uzual îşi au rădăcinile în cercetare, urmându-şi apoi drumul firesc de la o idee în laborator, la prototip, producţie pilot, producţie de serie şi, în cele din urmă, la introducerea pe piaţă. O inovaţie fundamentată devine *invenţie*.

Laboratoarele sunt, aşadar, primul popas al inovaţiei, în drumul său de la idee la client. În funcţie de apartenenţa lor, laboratoarele pot fi clasificate astfel:

- Laboratoare de companie;
- Laboratoare guvernamentale;
- Laboratoare independente;
- Laboratoarele asociaţiilor R&D;
- Laboratoare universitare.

Laboratoarele de companie se pot grupa, la rândul lor, în trei mari categorii:

- Laboratoare de cercetare, care duc la bun sfârșit munca de cercetare, aplicând cercetarea de bază;
- Laboratoare de dezvoltare, care sunt destinate, în special, susținerii proceselor speciale sau liniilor de producþie;
- Laboratoare de încercări, care sunt responsabile de asigurarea calității produsului.

Laboratoarele guvernamentale din România aparțin, de regulă, anumitor institute de cercetare sau guvernamentale cum ar fi, în domeniul automobilului, Registrul Auto Român.

Laboratoarele independente sunt, în general, laboratoare mici, specializate pe anumite tipuri de încercări (metalurgie, chimie, hidraulică etc.). În România, acest tip de laboratoare sunt încă în faza de început, neexistând o tradiție în acest domeniu.

Laboratoarele asociațiilor R&D permit, în general, dezvoltarea unor programe comune pe termen lung, deservind o anumită industrie sau sector de activitate.

Laboratoarele universitare, în principiu, sunt complet independente și libere să investigheze orice prezintă interes.

În domeniile în care tehnologiile avansează rapid, noile produse și materiale sunt cerute în ritm constant. Industria automobilelor este însă unul dintre domeniile unde mutațiile ultimului sfert de veac nu au fost totuși atât de spectaculoase. În toate situațiile, eforturile de îmbunătățire a produselor și proceselor existente se fac utilizând instrumentele specifice *ingineriei valorii* și *analizelor cost-beneficiu* și este un *proces continuu*, inevitabil în cazul concurenței de piață.

Laboratoarele românești, cele mai reprezentative la ora actuală, cu preocupări în domeniul calibrării vehiculelor, sunt laboratoarele aferente Centrului Tehnic DWAR Craiova și cele ale CESAR Pitești (Centrul de Studii pentru Automobile).

Centrul Tehnic DWAR (Craiova) are în dotare echipamente moderne de calibrare a vehiculelor cu posibilități multiple de investigare: frâne dinamometrice pentru testarea performanțelor și durabilității motoarelor, stand dinamometric cu rulouri pentru determinarea emisiilor de eșapament, analizoare de gaze, echipament de calibrare tip MDS, cameră frigorifică, SHED, pistă de încercări etc. Procedurile de lucru aferente activității de calibrare a vehiculelor aparțin, în bună parte, concernului DWMC.

CESAR Pitești, deși se bucură de o oarecare tradiție în domeniu, la ora actuală se află totuși, ca dotare, sub nivelul Centrului Tehnic DWAR, iar procedurile de lucru aferente activității de calibrare a vehiculului aparțin, în totalitate, companiei Renault.

Unul dintre scopurile acestei lucrări este, de aceea, acela de a scote în evidență necesitatea elaborării unor proceduri proprii, românești, privind calibrarea vehiculelor, precum și acela de a evidenția, în modul cel mai clar, obiectivele acestor proceduri, prioritățile absolute precum și tendințele mondiale în domeniu.

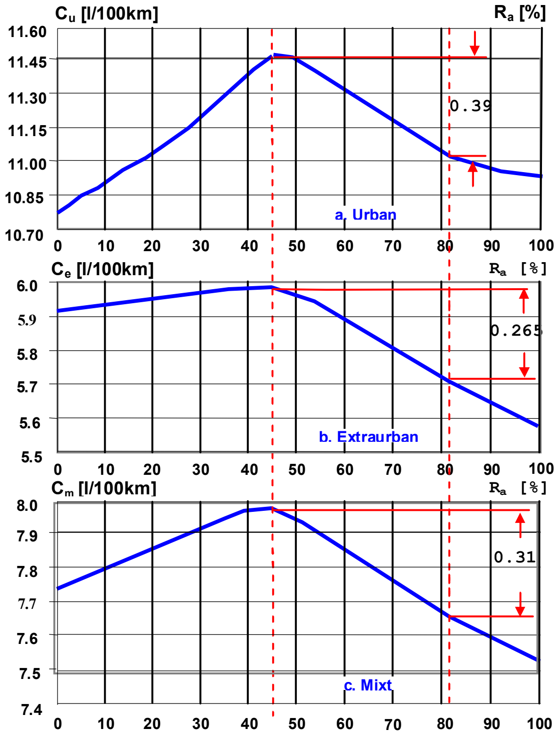


***Fig. 4.6.** Influența umidității asupra consumului*

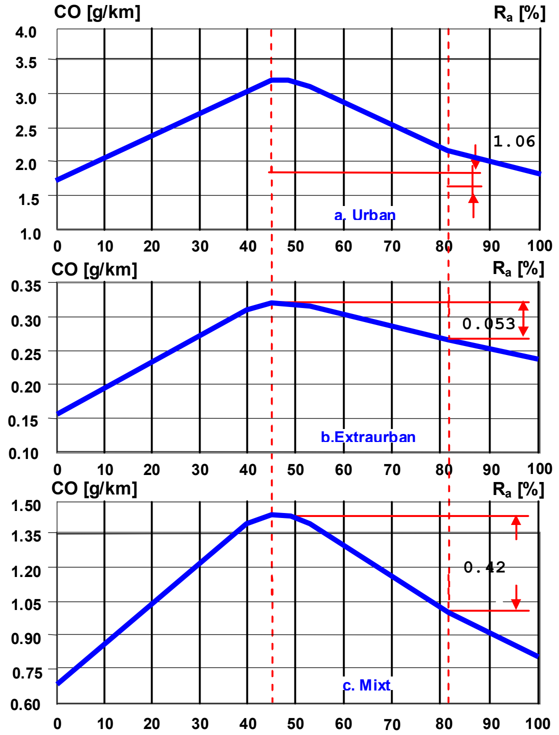


***Fig. 4.7.** Influența umidității asupra emisiilor de CO*

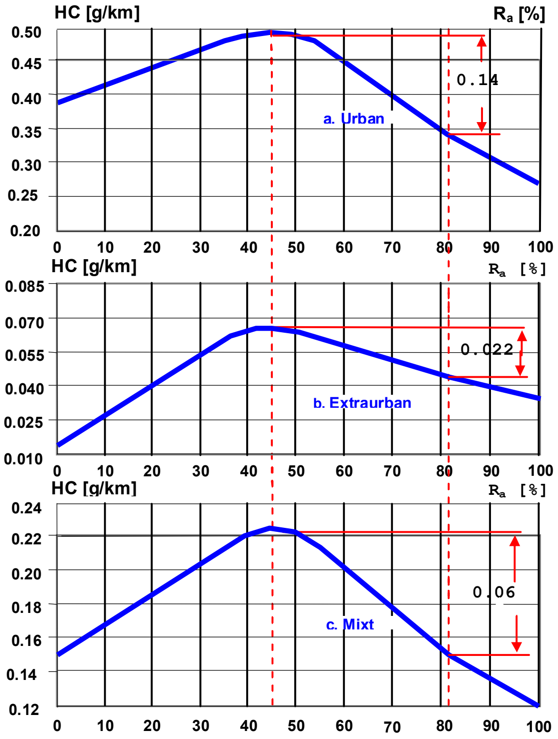


***Fig. 4.8.** Influența umidității asupra emisiilor de HC*

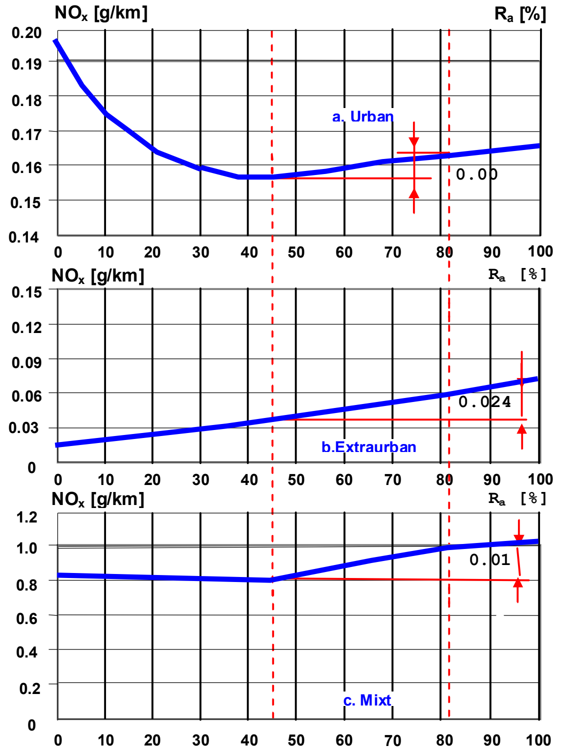


***Fig. 4.9.** Influența umidității asupra emisiilor de NO_x*

unde: *H* este umiditatea absolută, în g apă/g aer uscat;
p_a – presiunea atmosferică, în kPa;
p_d – presiunea vaporilor de saturaţie la temperatura atmosferică, în kPa.

S-ar putea spune astfel că, prin intermediul MAP-ului, ar putea fi controlată şi umiditatea atmosferică, în realitate însă, atât presiunea atmosferică cât şi umiditatea absolută, deci şi presiunea vaporilor de saturaţie sunt, la rândul lor, mărimi interdependente influenţate, în plus, şi de temperatură, ceea ce face imposibilă, practic, această evaluare. Totuşi, cea mai bună cale de a controla aerul de admisie, ca flux masic, se pare că este senzorul MAF (*Mass Air Flow* - Fluxul masei de aer). Acest senzor măsoară nu numai volumul aerului de admisie dar şi compensaţiile pentru densitatea acestuia. Mulţi constructori de automobile, cum ar fi GM şi Ford, utilizează deja sisteme de gestionare a motorului bazate pe acest senzor.

4.1.3. Altitudinea aşezărilor geografice româneşti

Experimente. Pentru evaluarea influenţei pe care o are altitudinea asupra emisiilor şi consumului, s-a recurs la o procedură de testare nestandardizată, propusă de autor pe baza specificului aparaturii necesare şi al autoturismului Cielo utilizat în acest scop. Astfel, testul s-a desfăşurat static, cu motorul la temperatura de regim, la trei turaţii reprezentative: 850 rot/min (ralanti), 2000 rot/min (croazieră) şi 4000 rot/min (sport). Pentru determinarea emisiilor (CO, în % şi HC, în ppm), s-a folosit un analizor portabil, tip Horiba, şi un aparat pentru determinarea consumului, tip Datron (v. fig. 4.10). Corecţiile funcţie de temperatura şi umiditatea mediului s-au efectuat avându-se în vedere rezultatele prezentate anterior (v. anexele 3 şi 4).

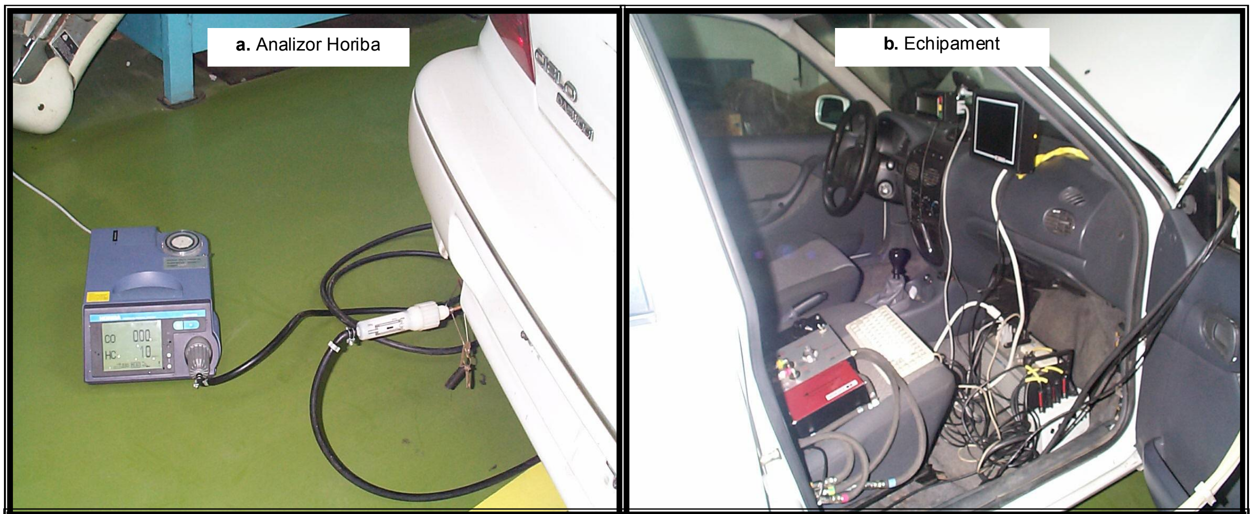

a. Analizor Horiba
b. Echipament

Fig. 4.10. *Aparatura mobilă folosită pentru determinarea emisiilor şi consumului*

În tabelul 4.4 sunt prezentate rezultatele obţinute, urmând această procedură, pentru condiţii de laborator (standard), condiţii de altitudine medie specifică României (291 m) şi de altitudine maximă specifică traficului rutier românesc (2040 m, pe Transfăgărăşan, în punctul Bâlea Lac). Pe de altă parte, în figura 4.11, este prezentată variaţia grafică a consumului orar şi a emisiilor de oxid de carbon şi de hidrocarburi în funcţie de altitudine şi de cele trei regimuri reprezentative de funcţionare a motorului.

Tabelul 4.4. *Influenţa altitudinii asupra emisiilor şi a consumului*

Emisiile şi consumul		**850 rot/min**	**2000 rot/min**	**4000 rot/min**
Consumul orar [l/h]	Laborator (120m)	1.8	3.3	5.1
	Alt. medie (291m)	1.9	3.3	5.2
	Alt. max. (2040m)	2.9	4.1	6.5
Emisiile de CO [%]	Laborator (120m)	0.01	0.01	0.01
	Alt. medie (291m)	0.01	0.01	0.01
	Alt. max. (2040m)	0.05	0.05	0.06
Emisiile de HC [ppm]	Laborator (120m)	14	16	15
	Alt. medie (291m)	14	16	17
	Alt. max. (2040m)	18	20	34

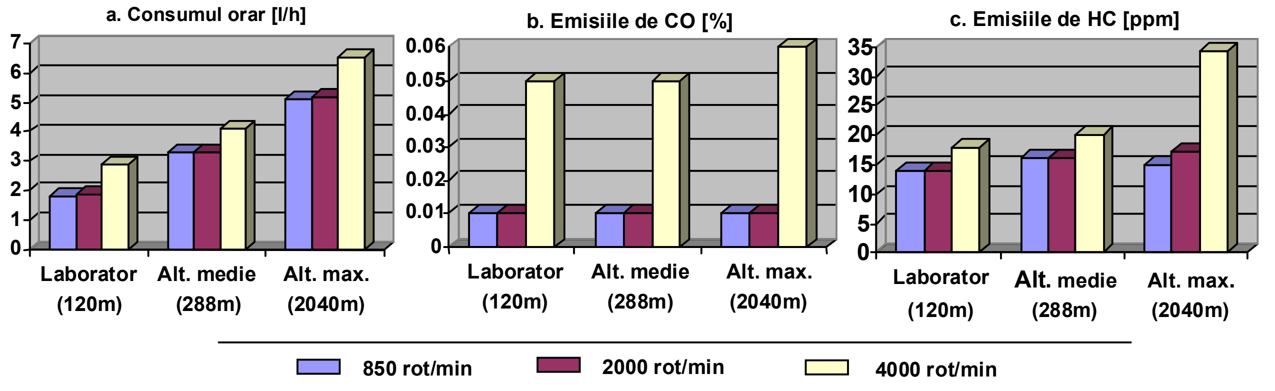


Fig. 4.11. *Influenţa altitudinii asupra emisiilor şi a consumului în funcţie de regimul de funcţionare al motorului*

Cu excepþia regimului de 4000 rot/min, din analiza rezultatelor obţinute, se poate constata că emisiile sunt cvasiconstante în raport cu altitudinea, în timp ce consumul de combustibil, indiferent de sarcină, poate creşte de circa două ori în funcţie condiţiile de drum din ţara noastră, consumul minim realizându-se la altitudini mici, în zonele de câmpie.

Recomandări. Corecţia altitudinii, în cazul softului specific ECM-ului ce echipează autoturismul Cielo 1.5DOHC studiat, se face, în principal, prin intermediul avansului la aprindere, care este o variabilă definită tabelar (F44A), funcţie de presiunea atmosferică şi de vacuumul creat în galeria de admisie (sarcină). Ştiut fiind că presiunea atmosferică scade odată cu creşterea altitudinii (v. fig. 1.7) şi că, pentru aceeaşi sarcină, vacuumul creat în galeria de admisie creşte odată cu altitudinea, se propune o reconfigurare a acestui parametru conform tabelului 4.5. Această propunere are în vedere, desigur, plaja de variaţie a presiunii atmosferice ca urmare a limitelor de altitudine specifice drumurilor din România (79.33 ... 101.33 kPa), precum şi presiunea atmosferică medie specifică altitudinii medii a României (97.91 kPa).

Tabelul 4.5. *Reconfigurarea parametrului F44A al ECM-ului (avansul la aprindere, în ^{o}RAC)*

Presiunea atmosferică	**Vacuumul din galeria de admisie**										**Observaţii**
	Existent	Propus	Existent	Propus	Existent	Propus	Existent	Propus	Existent	Propus	
75 kPa	57.000	**27.000**	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	
85 kPa	20.039	**19.500**	20.039	**19.000**	17.930	17.930	17.930	**16.600**	15.820	15.820	
95 kPa	20.039	**19.500**	20.039	**19.000**	17.930	17.930	17.930	17.930	17.930	17.930	
105 kPa	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	20.039	
	25 kPa		**20 kPa**		**15 kPa**		**10 kPa**		**5 kPa**		

4.1.4. Poluarea chimică a mediului înconjurător

Din multitudinea de aspecte legate de poluarea chimică a mediului înconjurător, în ce privește influența acesteia asupra emisiilor și consumului, în lucrarea de față autorul s-a limitat doar la trei, considerate a fi reprezentative pentru evidențierea fenomenului studiat:

1. Mersul în coloană, specific îndeosebi marilor aglomerații urbane, când mediul înconjurător este poluat, preponderent, cu oxizi de carbon și hidrocarburi;
2. Circulația urbanș în mediu poluat cu bioxid de azot (experimente efectuate pe platforma industrială a Combinatului Chimic Ișalnița);
3. Circulația urbană în mediu poluat cu fluor (experimente efectuate pe platforma industrială a Uzinei ALRO Slatina).

Experimente. Atât pentru experimentarea mersului în coloană cât și pentru cazul circulației rutiere în mediu poluat cu oxizi de azot sau cu fluor, s-a folosit aceeași aparatură ca și în cazul precedent: analizor de gaze portabil tip Horiba și echipament de determinare a consumului de combustibil tip Datron. Testele s-au efectuat, de asemenea, static, pentru cele trei turații reprezentative: 850 rot/min (ralanti), 2000 rot/min (croazieră) și 4000 rot/min (sport).

Pentru simularea mersului în coloană, vehiculul testat a fost plasat la 2 m în spatele unui alt vehicul Cielo al cărui motor avea un rulaj de peste 300 000 km, fără o întreținere adecvată și cu un consum considerabil de ulei. Rezultatele obținute sunt cele prezentate în tabelul 4.6, corecția acestora funcție de temperatură și de umiditate realizându-se în acord cu anexele 3 și 4, prin raportare la ciclul de conducere mixt.

Pentru toate testele efectuate cu această ocazie s-au efectuat, de asemenea, corecții și în ce privește poluarea mediului înconjurător cu oxid de carbon și hidrocarburi, în funcție de valorile înregistrate în zona prizei dinamice a filtrului de aer. Astfel, formula de corecție utilizată în acest caz a fost următoarea:

$$V_c = V_m \cdot \frac{V_{T_r}}{V_{T_m}} \cdot \frac{V_{H_r}}{V_{H_m}} \quad , \qquad (4.2)$$

unde: V_c este valoarea corectată, în [l/h], [%] sau [ppm], funcție de mărimea măsurată;

V_m – Valoarea măsurată efectiv, în [l/h], [%] sau [ppm], funcție de mărimea măsurată;

V_{Tm} – Valoarea corespunzătoare temperaturii de măsurare, conform cu ciclul european mixt (v. anexa 3), în [l/100km] sau [g/km], funcție de mărimea măsurată;

V_{Tr} – Valoarea corespunzătoare temperaturii de referință (25^oC), conform cu ciclul european mixt (v. anexa 3), în [l/100km] sau [g/km], funcție de mărimea măsurată;

V_{Hm} – Valoarea corespunzătoare umidității relative de măsurare, conform cu ciclul european mixt (v. anexa 4), în [l/100km] sau [g/km], funcție de mărimea măsurată;

V_{Hr} – Valoarea corespunzătoare umiditãþii relative de referinþã (45%), conform cu ciclul european mixt (v. anexa 4), în [l/100km] sau [g/km], funcþie de mãrimea mãsuratã;

Se observă că, pentru cazul mărimilor determinate, factorul de corecție se aplică atât în cazul emisiilor de CO și HC cât și în cazul consumului de combustibil fiind suficientă corecția funcție de temperatură și de umiditate. Formula (4.2) a fost folosită și în cazul corectării emisiilor și consumului în raport cu altitudinea și va constitui, în continuare, singura pârghie de control, în ce privește raportarea rezultatelor obținute la aceleași condiții de mediu. În cazul determinării influenței poluării cu F și cu NO_2, s-au evitat măsurătorile în zone poluate cu CO și HC.

Tabelul 4.5. *Influența poluării mediului ambiant asupra emisiilor și a consumului*

Emisiile și consumul		850 rot/min	2000 rot/min	4000 rot/min
Consumul orar [l/h]	Laborator	1.8	3.3	5.1
	Mers în coloană	1.6	3.1	4.8
	Poluare cu oxizi de azot	0.9	2.9	5.0
	Poluare cu fluor	2.0	2.8	5.7
Emisiile de CO [%]	Laborator	0.01	0.01	0.01
	Mers în coloană	0.01	0.01	0.01
	Poluare cu oxizi de azot	0.05	0.05	0.07
	Poluare cu fluor	0.02	0.05	0.03
Emisiile de HC [ppm]	Laborator	14	16	15
	Mers în coloană	14	3	10
	Poluare cu oxizi de azot	76	66	82
	Poluare cu fluor	76	156	71

Observații. Analizând datele prezentate în tabelul 4.5, se constată următoarele:

1. *Consumul de combustibil*, în toate cazurile studiate, înregistrează o ușoară scădere, scădere care devine mai însemnată în cazul poluării cu NO_2, îndeosebi la turații mici;
2. *Emisiile de CO*, pentru cazul mersului în coloană sunt, practic, neschimbate, însă în cazul poluării mediului ambiant cu fluor și bioxid de azot, acestea cresc de 2 ... 7 ori;
3. *Emisiile de HC*, în cazul mersului în coloană, înregistrează o ușoară scădere, în timp ce, în cazul poluării cu fluor și bioxid de azot, acestea cresc de circa 5 ... 10 ori.

Recomandări. Deoarece cazul mersului în coloană, reprezentativ pentru toate zonele țării, nu prezintă elemente de alarmare în ce privește necesitatea recalibrării ECM-ului, pentru celelalte două cazuri studiate, reprezentând zone geografice strict delimitate, se poate trage totuși o concluzie însemnată:

Poluarea cu oxizi de azot și cu fluor devine, odată în plus, mai periculoasă, prin amplificarea emisiilor de eșapament, urmare a efectului negativ pe care cele două elemente de poluare a mediului îl au asupra arderii, în cazul motoarele auto. Soluția logică, în acest caz, trebuie sș fie eliminarea poluării primare a mediului, prin adoptarea unor soluții tehnice eficiente de purificare a aerului, la nivelul platformelor industriale studiate.

4.2. Evaluarea condițiilor de exploatare

Pentru condițiile de exploatare din România, este interesant de stabilit, din punct de vedere al calibrării vehiculelor, cel puțin patru factori specifici:

1. Particularitățile benzinei specifice pieței românești;
2. Particularitățile traficului rutier românesc;
3. Particularitățile stilului de conducere specific românilor;
4. Particularitățile utilizării sarcinii utile în România.

În cele ce urmează, se va face referire la fiecare dintre acești factori, evaluarea lor făcându-se pe baza unor experimente specifice, experimente puse la punct de autor în decursul ultimilor ani, urmate de o prelucrare statistică adecvată. Au fost înregistrați, cu această ocazie, parametrii de draivabilitate ai autovehiculului studiat, pentru diferite condiții de trafic și în diferite zone geografice ale României (București, Brașov, Craiova, Pitești, Slatina, Balș, Bran, autostradă, interurban etc.).

4.2.1. Particularităţile combustibililor de pe piaţa românească

Experimente. Pentru derularea testelor, s-a folosit procedura standard tip Euro II (Regulamentul ECE-ONU nr. 83), folosindu-se însă, pentru început, benzina de referinţă tip CEC RF 08-A-85, apoi benzina specifică pieţei româneşti (v. cap. 1.3.2). Rezultatele obţinute sunt cele prezentate în tabelul 4.6.

Tabelul 4.6. *Influenţa calităţilor benzinei asupra emisiilor şi consumului*

Emisiile şi consumul	Benzina testată	Ciclul de conducere		
		Urban	Extraurban	Mixt
Consumul de benzină [l/100km]	Benzină etalon	11.262	5.858	7.838
	Benzină reprezentativă	11.397	6.023	7.996
	Diferenţa RO/R83	+1.2%	+2.8%	+2.0%
Emisiile de CO [g/km]	Benzină etalon	2.757	0.192	1.132
	Benzină reprezentativă	3.435	0.300	1.451
	Diferenţa RO/R83	+24.6%	+56.2%	+28.2
Emisiile de HC [g/km]	Benzină etalon	0.416	0.037	0.176
	Benzină reprezentativă	0.477	0.053	0.209
	Diferenţa RO/R83	+14.7%	+43.2%	+18.7%
Emisiile de NO_x [g/km]	Benzină etalon	0.181	0.037	0.090
	Benzină reprezentativă	0.155	0.031	0.077
	Diferenţa RO/R83	-14.4%	-16.2%	-14.4%

Observaţii. Din analiza datelor prezentate în tabelul 4.6, se pot observa următoarele:

1. *Consumul de benzină*, în condiţiile utilizării unei benzine reprezentative pentru piaţa românească (RO), creşte cu 1.2%, pentru ciclul urban, şi cu 2.8%, pentru extraurban;
2. *Monoxidul de carbon* (CO) înregistrează o creştere importantă, atât pentru ciclul urban (24.6%), dar mai ales pentru extraurban (56.2%).
3. *Hidrocarburile* (HC) înregistrează, de asemenea, o creştere importantă, îndeosebi pentru ciclul extraurban (43.2%), dar şi pentru urban (14.7%);
4. *Oxizii de azot* (NO_x), în schimb, înregistrează o scădere cu circa 14 ... 16%, atât în ciclul urban cât şi în cel extraurban.

Evident că, atunci când este vorba de calitatea benzinei, intră în discuţie şi fenomenul de îmbătrânire a acesteia, fenomen care este încă specific vehiculelor exploatate în România, avându-se în vedere rulajul mediu anual scăzut (circa 10000 km), ceea ce presupune utilizarea doar ocazional a vehiculului, timp în care vehiculul staţionează, de regulă, cu plinul făcut. În această lucrare, pentru a simplifica oarecum lucrurile, nu se va ţine însă seama de acest aspect deloc de neglijat.

Recomandări. Observaţiile făcute mai sus conduc către ideea modificării configuraţiei variabilelor tabelare F61 şi F62A, care prescriu variaţia raportului aer/combustibil şi, respectiv, a deschiderii clapetei de acceleraţie. Aceste modificări vor viza, în principal, o uşoară sărăcire a amestecului (v. tabelul 4.7).

Desigur că aceşti doi parametri nu sunt în legătură directă cu calitatea benzinei, însă o sărăcire uşoară a amestecului, în acord cu sarcina motorului, poate compensa creşterile de consum şi de emisii (CO şi HC), datorate calităţii benzinei, deşi este previzibilă o uşoară creştere a emisiilor de oxizi de azot (NO_x). Evident că, utilizând acelaşi raţionament, pentru un soft performant de gestionare a motorului, se pot găsi și alți parametri de configurare a ECM-ului care, printr-o recalibrare, să permită o ameliorare a emisiilor și a consumului.

Tabelul 4.7. *Parametrii de configurare a ECM-ului în acord cu calitatea benzinei*

Cod parametru	**Semnificație [UM]**	**Valoare de calibrare**		**Efectul scontat**
		Existent	**Propus**	
F61	Tabel *Lookup* (de corespondență) – Raport A/F [/]/Turație motor [rpm]	13.0/0 13.0/400 13.0/800 12.8/1200 12.8/1600 13.0/2000 13.0/2400 12.8/2800 13.0/3200 13.0/3600 12.8/4000 13.0/4400 13.0/4800 13.0/5200 13.0/5600 13.0/6000 13.0/6400	13.0/0 13.0/400 **13.2**/800 **13.0**/1200 **13.0**/1600 **13.2**/2000 **13.2**/2400 **13.0/**2800 **13.2**/3200 **13.2**/3600 **13.0**/4000 **13.2**/4400 **13.2**/4800 **13.2**/5200 13.0/5600 13.0/6000 13.0/6400	Sărăcirea amestecului pe plaja uzuală de turații, în condiții de sarcini grele.
F62A	Tabel *Lookup* (de corespondență) – Deschidere clapetă accelerație [%] /Turație motor [rpm]	70/0 70/400 70/800 70/1200 70/1600 65.6/2000 65.6/2400 60/2800 60/3200 60/3600 60/4000 60/4400 60/4800 60/5200 60/5600 60/6000 60/6400	70/0 70/400 **71**/800 **72** /1200 **71**/1600 **70/**2000 **70**/2400 **61/**2800 60/3200 60/3600 60/4000 60/4400 60/4800 60/5200 60/5600 60/6000 60/6400	Sărăcirea amestecului pe plaja uzuală de turații, în condiții de sarcini ușoare.

4.2.2. Particularitățile traficului rutier în România

Din multitudinea de aspecte ce vizează specificul traficului rutier, cu implicații directe asupra procesului de calibrare (v. cap. 1.3.2), prin prezenta lucrare autorul își propune să evidențieze, printr-o analiză critică a actualului ciclu european de determinare a emisiilor și consumului, necesitatea elaborării unui ciclu specific traficului rutier din România, ciclu care să fie folosit în cazul omologărilor de tip pentru piața românească. Desigur că la baza acestei analize vor sta și o serie de baze de date, rezultat al monitorizării traficului autohton actual.

În tabelul 4.8 sunt prezentate, comparativ, rezultatele analizei menționate mai sus. S-au efectuat, în acest scop, corecții ale ciclului de testare numai în cazurile când diferențele sunt flagrante. Din acest considerent, valorile calculate procentual, pornind de la cazurile particulare studiate, nu se vor regăsi întocmai în structura ciclului propus.

***Tabelul 4.8.** Analiza critică a ciclului european și configurarea ciclului specific românesc*

Structura ciclului	**Valoarea reprezentativă**						**Motivația**
	Ciclul european			**Ciclul românesc**			
	[Km/h]	**[s]**	**[m]**	**[Km/h]**	**[s]**	**[m]**	
a. Ciclul urban							
Staționare vehicul și funcționare motor la ralanti	0	11	0	0	**14**	0	La pornirea la rece, mulți conducători auto așteaptă încălzirea motorului, înainte de a demara. În plus, cumulând cele 14s de la începutul ciclului urban cu cele 7s de la sfârșitul ciclului, rezultă o durată de staționare între cele patru cicluri urbane ale ciclului mixt, tot de 21s, adică tot atât cât se regăsește și în interiorul ciclului urban (staționarea la semafor).
Pornire vehicul de pe loc în viteza 1	0 -15	4	8.3	0 - 15	4	8.3	
Palier viteza 1	15	8	33.3	15	8	33.3	
Frână de motor în viteza 1	15 - 10	2	6.9	15 - 10	2	6.9	
Debreiere și rulare liberă până la oprire	10 - 0	3	4.2	10 - 0	3	4.2	
Staționare vehicul și funcționare motor la ralanti	0	21	0	0	21	0	
Pornire vehicul de pe loc în viteza 1	0 - 15	5	10.4	0 - 15	5	10.4	
Debreiere și trecere în viteza a 2-a	15	2	8.3	15	2	8.3	
Accelerare în viteza a 2-a	15 - 32	5	32.6	15 - 32	5	32.6	
Palier viteza a 2-a	32	24	213.3	32	24	213.3	
Frână de motor în viteza a 2-a	32 - 10	8	46.7	32 - 10	8	46.7	
Debreiere și rulare liberă până la oprire	10 - 0	3	4.2	10 - 0	3	4.2	
Staționare vehicul și funcționare motor la ralanti	0	21	0	0	21	0	
Pornire vehicul de pe loc în viteza 1	0 -15	5	10.4	0 -15	5	10.4	
Debreiere și trecere în viteza a 2-a	15	2	8.3	15	2	8.3	
Accelerare în viteza a 2-a	15 - 35	9	62.5	15 - 35	9	62.5	
Debreiere și trecere în viteza a 3-a	35	2	19.4	35	2	19.4	
Accelerare în viteza a 3-a	35 - 50	8	94.4	35 - 50	8	94.4	
Palier viteza a 3-a	50	12	166.7	50	**19**	**263.9**	Ponderea palierului de 50km/h, în treapta a treia este mai mare, în cazul condițiilor de trafic din România, acest palier corespunzând cu limita maximă legală de circulație în localități.
Accelerare în viteza a 3-a	-	-	-	**50 - 60**	**6**	**91.7**	Conform studiului efectuat, s-a constatat necesitatea introducerii acestui palier de viteză, el corespunzând, practic, depășirii limitei legale de viteză în localități
Palier viteza a 3-a	-	-	-	**60**	**9**	**150.0**	
Frână de motor în viteza a 3-a	50 - 35	8	94.4	**60 - 35**	**10**	**131.9**	
Palier viteza a 3-a	35	13	126.4	35	**16**	**155.6**	Conform datelor statistice, în condițiile de trafic din România, ponderea utilizării acestui palier de viteză este ușor mai mare.
Debreiere și trecere în viteza a 2-a	35	2	19.4	35	2	19.4	
Frână de motor în viteza a 2-a	32 - 10	7	43.7	32 - 10	7	43.7	
Debreiere și rulare liberă până la oprire	10 - 0	3	4.2	10 - 0	3	4.2	
Staționare vehicul și funcționare motor la ralanti	0	7	0	0	7	0	
TOTAL	**18.7**	**195**	**1013**	**22.8**	**225**	**1423**	
b. Ciclul extraurban							
Staționare vehicul și funcționare motor la ralanti	0	20	0	0	**14**	0	S-a urmărit egalarea timpilor de staționare (21s), în conexiunea cu ciclul urban precedent. Motorul este deja încălzit.
Accelerare în viteza 1	0 - 15	5	10.4	0 - 15	5	10.4	
Debreiere și trecere în viteza a 2-a	15	2	8.3	15	2	8.3	
Accelerare în viteza a 2-a	15 - 35	9	62.5	15 - 35	9	62.5	
Debreiere și trecere în viteza a 3-a	35	2	19.4	35	2	19.4	
Accelerare în viteza a 3-a	35 - 50	8	94.4	35 - 50	8	94.4	
Debreiere și trecere în viteza a 4-a	50	2	27.8	50	2	27.8	
Accelerare în viteza a 4-a	50 - 70	13	216.7	50 - 70	13	216.7	
Debreiere și trecere în viteza a 5-a (când este cazul)	-	-	-	**70**	**2**	**38.9**	Pentru cazul cutiilor de viteze cu 5 trepte, timpul de schimbare a vitezei fiind de 2s, în acord cu valorile

Structura ciclului	Valoarea reprezentativă						Motivația
	Ciclul european			**Ciclul românesc**			
	[Km/h]	**[s]**	**[m]**	**[Km/h]**	**[s]**	**[m]**	
							prescrise pentru celelalte schimbări.
Palier viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	70	50	972.2	70	50	972.2	Pentru cazul cutiilor mecanice cu 4 trepte de viteză.
				70	48	933.3	Pentru cazul cutiilor mecanice cu 5 trepte de viteză.
Frână de motor în viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	70 - 50	8	133.3	70 - 50	8	133.3	
Debreiere și trecere în viteza a 4-a (când este cazul)	-	-	-	**50**	**2**	**27.8**	Pentru cazul cutiilor mecanice cu 5 trepte de viteză.
Palier viteza a 4-a	50	69	958.3	50	69	958.3	Pentru cazul cutiilor mecanice cu 4 trepte de viteză.
				50	**67**	**930.6**	Pentru cazul cutiilor mecanice cu 5 trepte de viteză.
Accelerare în viteza a 4-a	50 - 70	13	216.7	50 - 70	13	216.7	
Debreiere și trecere în viteza a 5-a (când este cazul)	-	-	-	**70**	**2**	**38.9**	Pentru cazul cutiilor mecanice cu 5 trepte de viteză.
Palier viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	70	50	972.2	70	50	972.2	Pentru cazul cutiilor mecanice cu 4 trepte de viteză.
				70	48	933.3	Pentru cazul cutiilor mecanice cu 5 trepte de viteză.
Accelerare în viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	-	-	-	70 - 90	25	**325.0**	Este important de evidențiat palierul de 90Km/h (reprezentativ pentru traficul românesc), care corespunde limitei maxime de viteză legală în afara localităților.
Palier viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	-	-	-	**90**	**35**	**875.0**	
Accelerare în viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	70 - 100	35	826.4	**90 - 100**	**10**	**263.9**	
Palier viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	100	30	833.3	**100**	25	**694.4**	Statistic, ponderea acestui palier de viteză este ușor mai mic decât în cazul ciclului european.
Accelerare în viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	100 - 120	20	611.1	100 - 120	20	611.1	
Palier viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	120	10	333.3	120	**5**	**166.7**	În cazul traficului românesc, ponderea rețelelor de autostrăzi este nesemnificativă, comparativ cu celelalte categorii de drumuri. Valoarea propusă este în acord cu studiul de trafic efectuat.
Frână de motor în viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	120 - 80	16	444.4	120 - 80	16	444.4	
Frână de motor în viteza a 5-a sau a 4-a (după caz)	80 - 50	8	144.4	80 - 50	8	144.4	
Debreiere și rulare liberă până la oprire	50 - 0	10	69.4	50 - 0	10	69.4	
Staționare vehicul și funcționare motor la ralanti	0	20	0	0	**11**	0	După terminarea cursei, funcționarea motorului la ralanti este, de regulă, mult mai mică. În aprecierea autorului, media acestei staționări nu poate fi mai mare de 10s.
TOTAL	**62.6**	**400**	**6955**	**64.0**	**410**	**7286**	
c. Ciclul mixt							
Pornire motor	0	0	0	0	0	0	
Derulare ciclu urban de 4 ori	18.7	780	4052	**22.8**	**675**	**4269**	Derularea ciclului urban specific se face de numai 3 ori, în cazul traficului românesc, ponderea traficului urban fiind mai mică. În România, utilizarea, zilnic, a autoturismului personal este încă un lux pentru majoritatea deținătorilor.
Derulare ciclu urban o singură dată	62.6	400	6955	**64.0**	**410**	**7286**	Derularea ciclului extraurban specific, o singură dată.
Oprire motor	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	**33.6**	**1180**	**11007**	**38.3**	**1085**	**11555**	

Pentru analiza ciclului urban, au fost selectate trei secvențe de circulație înregistrate în trei orașe considerate a fi reprezentative pentru cazul României (București, Brașov și Slatina). Analiza s-a făcut pe baza modelării acestora prin raportare la palierele de viteză reprezentative pentru ciclul urban european (v. fig. 4.12). În plus, s-a constatat necesitatea introducerii unui palier de viteză la 60 km/h, palier care corespunde, practic, depășirilor limitei legale de viteză.

Rezultatele sintetice prezentate în tabelul 4.9 au fost ponderate funcţie de numărul de locuitori existenţi în cele trei zone reprezentative: capitală, judeţe cu oraşe mari (Iaşi, Timiş, Cluj, Braşov, Constanţa, Galaţi şi Dolj) şi judeţe cu oraşe mijlocii şi mici (v. tab. 1.7).

Tabelul 4.9. *Sinteza datelor referitoare la structura unor secvenţe de circulaţie în mediu urban*

Localitatea	Mers în gol	Palier 15km/h	Palier 32km/h	Palier 35km/h	Palier 50km/h	Palier 60km/h	Regim tranzit	Pondere [%]
Bucureşti	22%	9%	5%	6%	18%	12%	28%	9.58
Braşov	9%	21%	18%	8%	16%	14%	14%	21.78
Slatina	3%	3%	11%	15%	20%	12%	36%	68.64
Ciclul european	**35%**	**4%**	**12%**	**7%**	**6%**	**0%**	**36%**	**-**
Traficul românesc	**4%**	**5%**	**10%**	**11%**	**16%**	**10%**	**44%**	**-**

Pentru analiza ciclului extraurban, au fost selectate trei secvenţe de circulaţie înregistrate pe trei tronsoane de drum considerate a fi reprezentative pentru cazul României (autostradă, drum european şi drum naţional). Analiza s-a făcut pe baza modelării acestora prin raportare la palierele de viteză reprezentative pentru ciclul extraurban european (v. fig. 4.13). În plus, s-a constatat necesitatea introducerii unui palier de viteză la 90 km/h, palier care corespunde, practic, limitei legale de viteză în afara localităţilor. Rezultatele sintetice prezentate în tabelul 4.10 au fost ponderate funcţie de lungimea categoriilor de drum menţionate, în cazul României. Pentru celelalte categorii de drumuri (drumuri judeţene şi comunale), nu prezintă interes o astfel de analiză, traficul fiind mai puţin relevant în ce priveşte emisiile poluante.

Tabelul 4.10. *Sinteza datelor referitoare la structura unor secvenţe de circulaţie extraurbană*

Tipul drumului	Mers în gol	Palier 50km/h	Palier 70km/h	Palier 90km/h	Palier 100km/h	Palier 120km/h	Regim tranzit	Pondere [%]
Autostrada Bucureşti – Piteşti	0%	0%	0%	0%	8%	85%	7%	1
Drumul european Craiova – Piteşti	7%	4%	6%	42%	7%	0%	34%	46
Drumul naţional Craiova - Caracal	7%	11%	6%	29%	20%	0%	27%	53
Ciclul european	**10%**	**17%**	**25%**	**0%**	**8%**	**2%**	**38%**	**-**
Traficul românesc	**7%**	**8%**	**6%**	**35%**	**14%**	**1%**	**30%**	**-**

Pentru analiza ciclului mixt, s-a pornit de la ponderea parcursului urban şi a celui extraurban, prin raportare la parcursul mediu anual al unui autoturism reprezentativ pentru piaţa românească. Astfel, conform datelor statistice, parcursul mediu anual, în România, este de circa 10000 km, din care circulaţia în mediu urban are o pondere mai puţin importantă decât circulaţia extraurbană, utilizarea autoturismelor limitându-se, de regulă, la parcurgerea unor distanţe mai lungi, cu ocazia vacanţelor sau *weekend*-urilor. Din acest considerent, pentru România, se poate aprecia că ciclul mixt trebuie să conţină doar 3 cicluri urbane elementare, în loc de 4, câte are ciclul european. Cu toate acestea, prin redimensionarea corespunzătoare a ciclului urban, atât pentru ciclul european cât şi pentru cel românesc, propus de autor, circulaţia în mediul urban are o pondere de circa 37% din parcursul total al ciclului mixt. Ca durată însă, ponderea rulării conform ciclului urban (în ciclul mixt) este de circa 62%, în cazul ciclului românesc, şi de circa 66%, în cazul ciclului european.

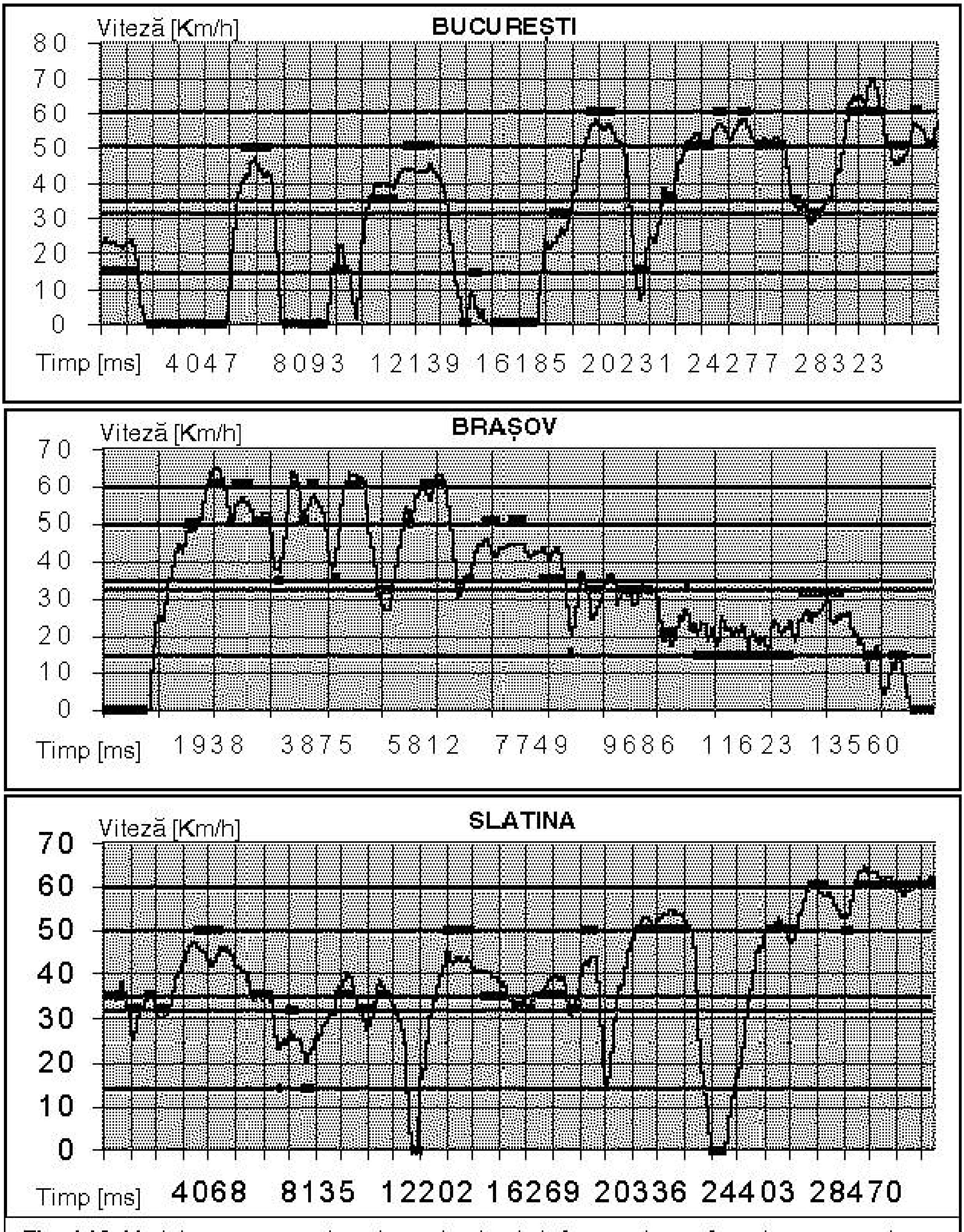


Fig. 4.12. *Modelarea secvențelor urbane de circulație în orașele românești reprezentative*

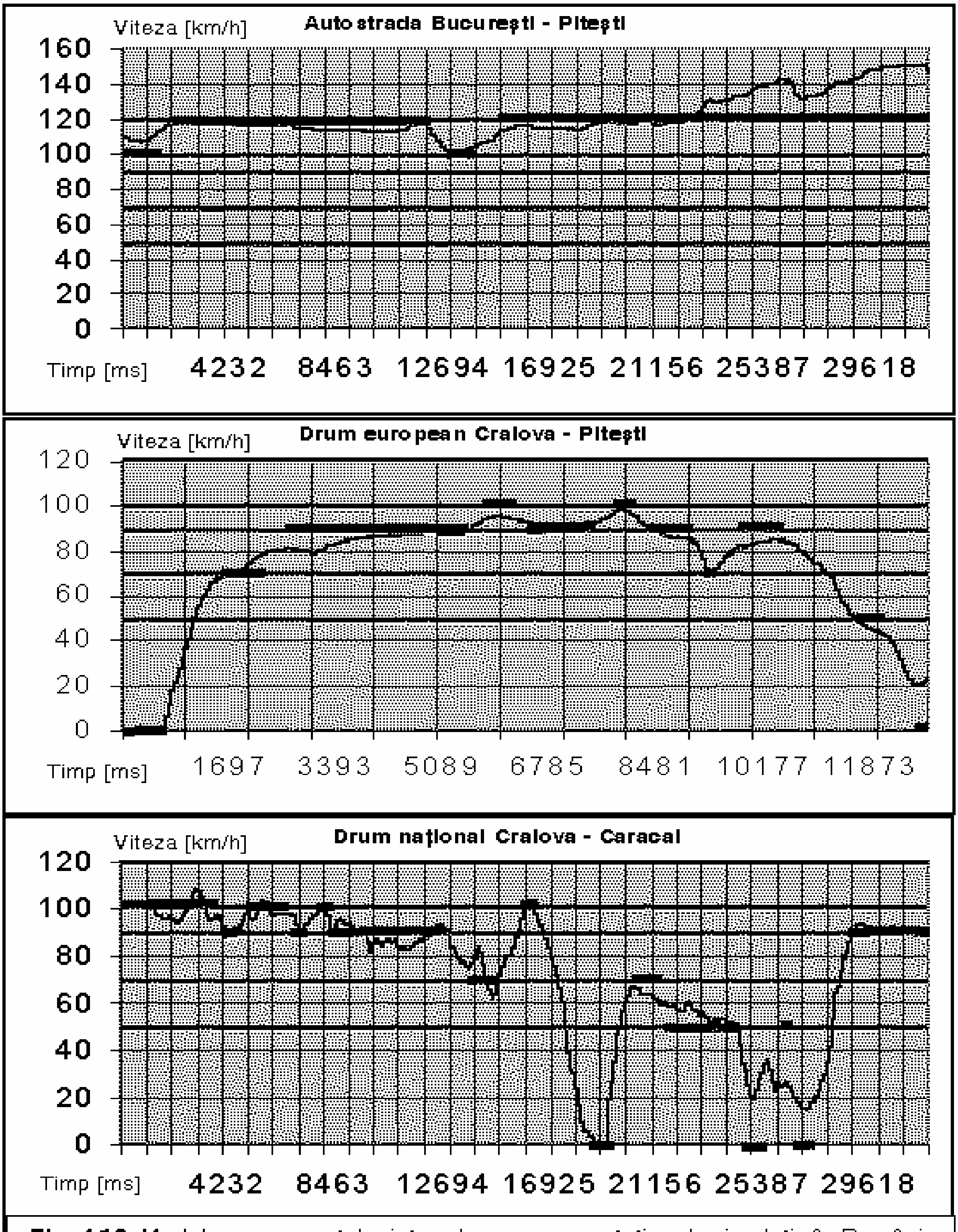


Fig. 4.13. *Modelarea secvenţelor interurbane reprezentative de circulaţie în România*

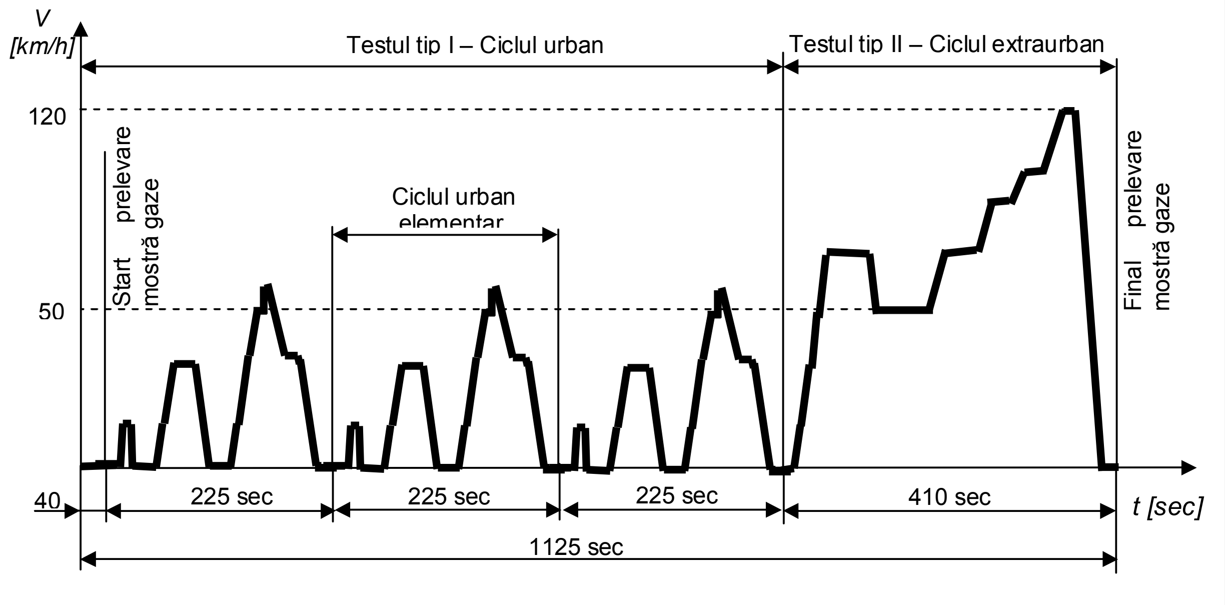


Fig. 4.14. *Structura ciclului românesc mixt*

Având în vedere condiţiile distinctive prezentate în tabelul 4.8, un ciclu de trafic mixt, specific românesc, va arăta ca în figura 4.14. În cele ce urmează, se vor prezenta experimentele realizate, comparativ, având în vedere, ciclul european şi ciclul românesc astfel definit, cu scopul optimizării calibrării ECM-ului.

Experimente: Testele efectuate au decurs conform Regulamentului ECE-ONU nr. 83 (Euro 2), cu deosebirea că, în cazul României, s-a folosit ciclul de conducere specific. Rezultatele obţinute sunt cele prezentate în tabelul 4.11, cu menţiunea că, pentru a se da o interpretare cât mai corectă rezultatelor obţinute, fiecare test a fost repetat, în aceleaşi condiţii, de câte două ori; astfel, în tabelul 4.11, apar valorile medii ale celor două determinări.

Tabelul 4.11. *Influenţa ciclului de conducere asupra emisiilor şi consumului*

Emisiile şi consumul	**Versiunea ciclului de conducere**	**Tipul ciclului de conducere**		
		Urban	**Extraurban**	**Mixt**
Consumul de benzină [l/100km]	European (R83)	10.988	5.749	7.664
	Propus (RO)	9.773	5.909	7.304
	Diferenţa RO/R83	-11.1%	+2.8%	-4.7%
Emisiile de CO [g/km]	European (R83)	4.853	0.236	1.924
	Propus (RO)	4.661	0.406	1.941
	Diferenţa RO/R83	-4.0%	+72.0%	+0.9%
Emisiile de HC [g/km]	European (R83)	0.568	0.052	0.241
	Propus (RO)	0.647	0.116	0.307
	Diferenţa R/R83	+13.9%	+123.1%	+27.4%
Emisiile de NO_x [g/km]	European (R83)	0.224	0.044	0.110
	Propus (RO)	0.201	0.043	0.100
	Diferenţa RO/R83	-10.3%	-2.3%	-9.1%

Concluzii: În cazul ciclului de conducere propus de autor, în ce privește emisiile și consumul, se pot desprinde următoarele concluzii:

1. *Consumul de combustibil*, pentru ciclul urban, înregistrează o scădere de peste 10%, comparativ cu ciclul european, în timp ce, pentru ciclul extraurban, acesta înregistrează o ușoară creștere (+2.8%);
2. *Emisiile de CO* înregistrează o ușoară scădere, pentru ciclul urban (-4%), în schimb, pentru ciclul extraurban acestea cresc cu circa 72%;
3. *Emisiile de hidrocarburi* cresc substanțial, atât pentru ciclul urban (+13.9%) cât, mai ales, pentru cel extraurban (+123.1%);
4. *Oxizii de azot (NO_x),* atât pentru ciclul urban cât și pentru cel mixt, înregistrează ușoare scăderi, mai importante pentru cel urban (circa 10%).

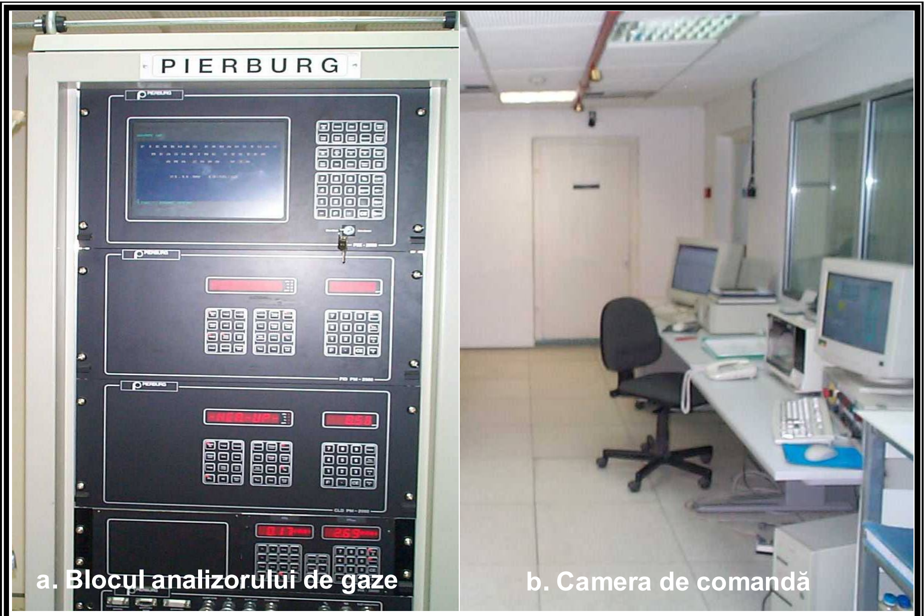
Ca o concluzie generală, se poate spune că există suficiente motive, economice și ecologice, care dovedesc necesitatea impunerii unui ciclu românesc de testare, în ce privește emisiile și consumul. Desigur că, independent, constructorii de automobile autohtoni pot să-și impună acest lucru, prin propriile proceduri de testare, în special cu ocazia procesului de calibrare a noilor tipuri de autovehicule.

Recomandări: Analizând raportul modal al ciclului românesc propus de autor, precum și reprezentările grafice aferente (v. anexele 5 și 6), raport obținut cu ajutorul softului aferent analizorului de gaze Pierburg utilizat în acest scop (v. fig. 4.15), s-a constatat că, pentru ciclul urban, emisiile de hidrocarburi (singurele care înregistrează creșteri, comparativ cu ciclul european) sunt maxime, atât ca valori cât și ca pondere, pe durata mersului la viteză constantă, îndeosebi pe durata primului ciclu, când motorul este încă rece. În acest scop, se recomandă o recalibrare a parametrului F60, pentru plaja de turații 1200 - 4000 rot/min (v. tabelul 4.12). Acest parametru reprezintă variația tabelară a raportului aer/combustibil funcție de turație și de presiunea de admisie, pentru regimul de funcționare în buclă deschisă (motor rece).

În cazul ciclului extraurban, se mizează pe o ameliorare a emisiilor și a consumului prin intermediul modificării parametrilor F61 și F62A (v. & 4.2.1), modificări ocazionate de adaptarea motorului la particularitățile combustibililor reprezentativi pentru piața românească.

Tabelul 4.12. *Reconfigurarea parametrului F60 al ECM-ului (raportul A/F, în Kg aer/Kg benzină)*

Turația motorului	Vacuumul din galeria de admisie										Observații
	Existent	Propus	Existent	Propus	Existent	Propus	Existent	Propus	Existent	Propus	
400 rot/min	146.00	**14.600**	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	Eroare de setare
800 rot/min	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	
1200 rot/min	14.600	14.600	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	14.600	Printr-o sărăcire a amestecului, în sensul apropierii acestuia de raportul stoechiometric, pentru plaja uzuală de turații, se mizează pe o îmbunătățire a emisiilor și a consumului.
1600 rot/min	14.600	14.600	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	14.600	
2000 rot/min	14.600	14.600	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	14.600	
2400 rot/min	14.600	14.600	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	14.600	
2800 rot/min	14.600	14.600	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	14.600	
3200 rot/min	14.600	14.600	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	14.600	
3600 rot/min	14.600	14.600	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	14.600	
4000 rot/min	14.600	14.600	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	**14.700**	14.600	14.600	
4400 rot/min	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	
4800 rot/min	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	
5200 rot/min	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	
5600 rot/min	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	
6000 rot/min	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	
6400 rot/min	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	14.600	
	20 kPa		**30 kPa**		**40 kPa**		**50 kPa**		**60 kPa**		



a. Blocul analizorului de gaze

b. Camera de comandă

Fig. 4.15. Analizorul de gaze tip Pierburg

4.2.3. Particularitățile stilului de conducere în România

Experimente: Pentru evidențierea stilului de conducere în România, s-a folosit o procedură specifică, elaborată de autor în acest scop. Astfel, vehiculul Cielo studiat a fost condus pe pista de încercări DWAR (v. fig. 4.16), în aceleași condiții de drum și de mediu, de către 7 subiecți considerați ca reprezentativi pentru clientela românească, din punct de vedere al experienței la volan, sex, vârstă și temperament (v. tabelul 4.13). S-au monitorizat, cu această ocazie, consumul și viteza medie, pentru fiecare subiect, precum și alți parametri vizând particularitățile stilului de conducere, pentru fiecare caz în parte. Lungimea totală a traseului parcurs de către fiecare din cei 7 subiecți a fost de 1,7 Km.

Tabelul 4.13. *Rezultatele înregistrate privind influența stilului de conducere asupra consumului*

Valori înregistrate	**Subiectul aflat la volan**							
	#1	**#2**	**#3**	**#4**	**#5**	**#6**	**#7**	**Mediu**
Consum de combustibil [l/100km]	**10.6**	**8.8**	**11.2**	**8.8**	**10.6**	**11.8**	**17.1**	**11.3**
Timp total parcurgere traseu [ms]	164322	168057	124010	143961	130270	135846	120887	141050
Viteză medie [km/h]	37.2	36.4	49.4	42.5	47.0	45.1	50.6	43.4
Viteză maximă [km/h]	77.7	90.7	80.0	74.0	88.0	95.0	109.9	87.9
Utilizare viteza 1 [%]	1.0	4.7	1.6	2.4	2.5	1.8	1.6	2.2
Utilizare viteza 2 [%]	10.2	8.8	3.5	16.8	3.6	15.5	8.7	9.6
Utilizare viteza 3 [%]	23.2	31.4	27.6	20.2	53.2	33.2	42.6	33.1
Utilizare viteza 4 [%]	14.9	30.5	42.1	17.0	11.8	18.2	18.5	21.8
Utilizare viteza 5 [%]	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	0.0	3.5
Rulare liberă [%]	16.6	0.1	20.4	40.0	24.0	8.6	21.1	18.7
Accelerare [%]	36.0	41.3	47.0	37.7	36.5	46.9	45.7	41.6
Croazieră [%]	21.7	15.6	32.1	25.0	27.0	14.8	20.0	22.3
Decelerare [%]	21.2	18.6	16.1	33.7	31.6	27.0	26.8	25.0
Ralanti [%]	21.1	24.5	4.8	3.6	4.9	11.3	7.5	11.1

Accelerație viteza 1 [m/s^2]	1.11	1.48	2.12	1.82	1.14	2.45	2.33	1.78
Accelerație viteza a 2-a [m/s^2]	1.61	1.40	1.67	1.40	1.03	1.63	3.07	1.69
Deschidere maximă clapetă acc. [%]	41.4	81.6	62.9	35.9	49.2	99.6	99.6	67.2
Poziție medie clapetă accelerație [%]	10.9	16.4	20.1	10.6	15.2	33.1	40.6	21.0
Turație maximă motor [rot/min]	3325	3350	3575	2375	4225	4250	5850	3850
Turație medie motor [rot/min]	1826	1806	2015	1454	2474	2313	3073	2137

DETALII:

- ***Subiect #1:*** *29 ani, specialist auto, pasionat al volanului, temperament sanguin, conduce zilnic (în medie) 10-20 km*
- ***Subiect #2:*** *45 ani, amator, pasionat de mecanica auto, temperament flegmatic, conduce zilnic (în medie) 30-40 km*
- ***Subiect #3:*** *39 ani, profesionist, pasionat al volanului, temperament sanguin, conduce zilnic (în medie) 200-300 km*
- ***Subiect #4:*** *30 ani, specialist auto, practică în taximetrie, temperament coleric, conduce zilnic (în medie) 50-100 km*
- ***Subiect #5:*** *44 ani, specialist auto, pasionat de teoria auto, temperament melancolic, conduce zilnic (în medie) 30-40 km*
- ***Subiect #6:*** *33 ani, specialist auto, pasionat al volanului, temperament sanguin, conduce zilnic (în medie) 50-60 km*
- ***Subiect #7:*** *39 ani, profesionist, pilot de încercări, temperament coleric, conduce zilnic (în medie) 200-300 km*

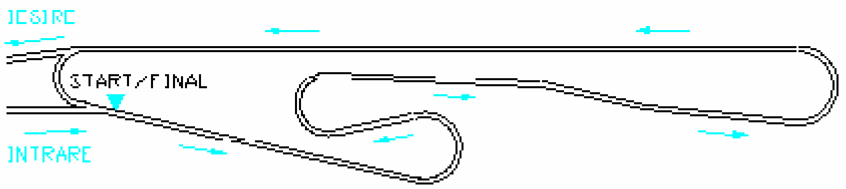


Fig. 4.16. *Schema pistei de încercări DWAR și a traseului de 1700 m utilizat pentru evaluarea stilului de conducere*

Concluzii: Analizând datele prezentate în tabelul 4.13, rezultă că, pentru a se obține un consum minim, vehiculul trebuie condus conform unui stil economic, altfel consumul poate crește de peste 2 ori. De remarcat că cele două consumuri minime înregistrate (subiecții 2 și 4) s-au realizat prin stiluri de conducere complet diferite (v. fig. 4.17). Totuși, din punct de vedere al calibrării, este important de definit un stil de conducere mediu, de compromis, reprezentativ pentru șofajul în România. Mai exact, se pune problema regăsirii acestui stil de conducere (mediu) în ciclul de conducere autohton propus de autor. Astfel, avându-se în vedere condițiile în care s-a efectuat această categorie de teste, se poate concluziona că accelerațiile corespunzătoare vitezelor 1 și 2 înregistrate în tabelul 4.13 trebuie să corespundă, ca ordin de mărime, cu accelerațiile înregistrate pentru ciclul extraurban, în treptele de viteză 1 și 2, fapt neconfirmat de analiza comparativă prezentată în tabelul 4.14. Se observă că, faptic, stilul de conducere românesc implică o accelerație mai mult decât dublă la pornirea de pe loc, în cazul ciclului extraurban, comparativ cu ciclul european. În cazul ciclului urban, această remarcă nu este valabilă, comportamentul subiecților în trafic intens fiind, cu siguranță, altul.

Tabelul 4.14. *Accelerațiile, în ciclul extraurban, pentru treptele de viteză 1 și 2*

Parametrul de referință	Ciclul european	Ciclul românesc	Șofaj pe pistă
Accelerația în viteza 1 [m/s^2]	0.83	0.83	1.78
Accelerația în viteza a 2-a [m/s^2]	0.62	0.62	1.69

Recomandări: Pentru ciclul de conducere extraurban specific traficului românesc (v. cap. 4.2.2), trebuie făcute corecții în ce privește pornirea de pe loc. Astfel, păstrând palierele de viteză deja stabilite, trebuie scurtați la jumătate timpii de accelerare în vitezele 1 și 2.

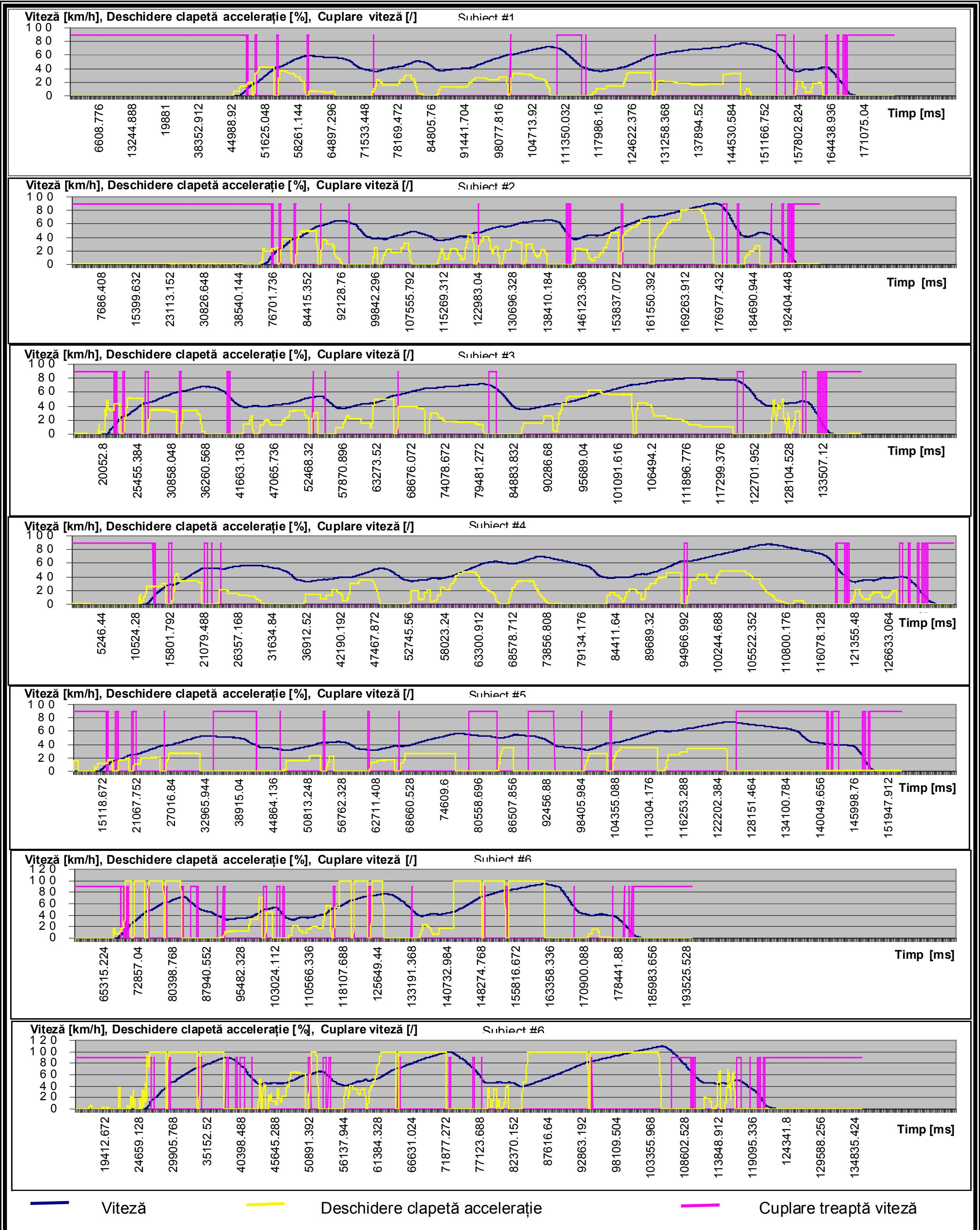


Fig. 4.17. *Evidențierea stilului de conducere pe pista de încercări DWAR*

4.2.4. Particularităţile sarcinii utile

Sarcina de încărcare a standului cu rulouri, conform Regulamentului 83, este de 100 kg (Şofer + echipamentele necesare testului de rulare liberă). Din investigaţiile efectuate de autor pe parcursul ultimilor 3 ani, s-a concluzionat că sarcina utilă medie, reprezentativă pentru un vehicul exploatat în condiţiile din România, este totuşi de circa 200 kg, aceasta însemnând o familie formată din soţ, soţie, un copil şi bagajele aferente.

Experimente: În acord cu cele menţionate mai sus, s-au efectuat teste comparative, conform Regulamentului 83, însă pentru sarcini diferite (sarcină prescrisă de R83, sarcină specific românească şi sarcină nominală). Rezultatele obţinute sunt cele prezentate în tabelul 4.15, transpuse şi în figura 4.18.

Tabelul 4.15. *Influenţa sarcinii utile asupra emisiilor şi consumului*

Emisiile şi consumul	Sarcina utilă	Ciclul de conducere		
		Urban	Extraurban	Mixt
Consumul de benzină [l/100km]	100 kg (R83)	11.262	5.858	7.838
	200 kg (RO)	11.256	6.290	8.116
	450 kg (nominal)	11.453	6.554	8.357
	Diferenţa RO/R83	-0.0%	+7.4%	+3.5
Emisiile de CO [g/km]	100 kg (R83)	2.757	0.192	1.132
	200 kg (RO)	3.568	0.199	1.438
	450 kg (nominal)	2.856	2.011	2.322
	Diferenţa RO/R83	+29.4	+3.6%	+27.0%
Emisiile de HC [g/km]	100 kg (R83)	0.416	0.037	0.176
	200 kg (RO)	0.581	0.041	0.239
	450 kg (nominal)	0.450	0.069	0.209
	Diferenţa RO/R83	+39.7%	+10.8%	+35.8%
Emisiile de NO_x [g/km]	100 kg (R83)	0.181	0.037	0.090
	200 kg (RO)	0.243	0.075	0.136
	450 kg (nominal)	0.304	0.179	0.225
	Diferenţa RO/R83	+34.3%	+102.7%	+51.1%

Concluzii: Emisiile variază în mod considerabil funcţie de sarcină, îndeosebi pe ciclul urban, excepţie făcând oxizii de azot, care înregistrează o creştere mult mai mare (102.7%) pe ciclul extraurban. Totuşi, trebuie remarcat că, pentru ciclul urban, consumul de combustibil rămâne cvasiconstant în raport cu sarcina utilă, în timp ce, pentru ciclul extraurban, se înregistrează o creştere a consumului de 7.4%.

Recomandări: Din analiza datelor experimentale obţinute, rezultă că, în ce priveşte recalibrarea ECM-ului, se recomandă o îmbunătăţire a emisiilor în condiţii de sarcină medie, specifică exploatării autoturismelor în România. Acest deziderat este previzibil să fie realizat, îndeosebi, ca urmare a modificării parametrilor F61 (raportul A/F funcţie de turaţie), F44A (avansul la aprindere funcţie de vacuumul din galeria de admisie) şi F60 (raportul A/F funcţie de vacuumul din galeria de admisie). Modificarea acestor parametri este cea indicată în capitolele anterioare (4.1.3, 4.2.1 şi 4.2.2). Pe de altă parte, un efect benefic asupra emisiilor şi consumului vor avea şi modificările deja făcute asupra celorlalţi parametri, prin efectul de adaptare la condiţiile autohtone de mediu şi de exploatare.

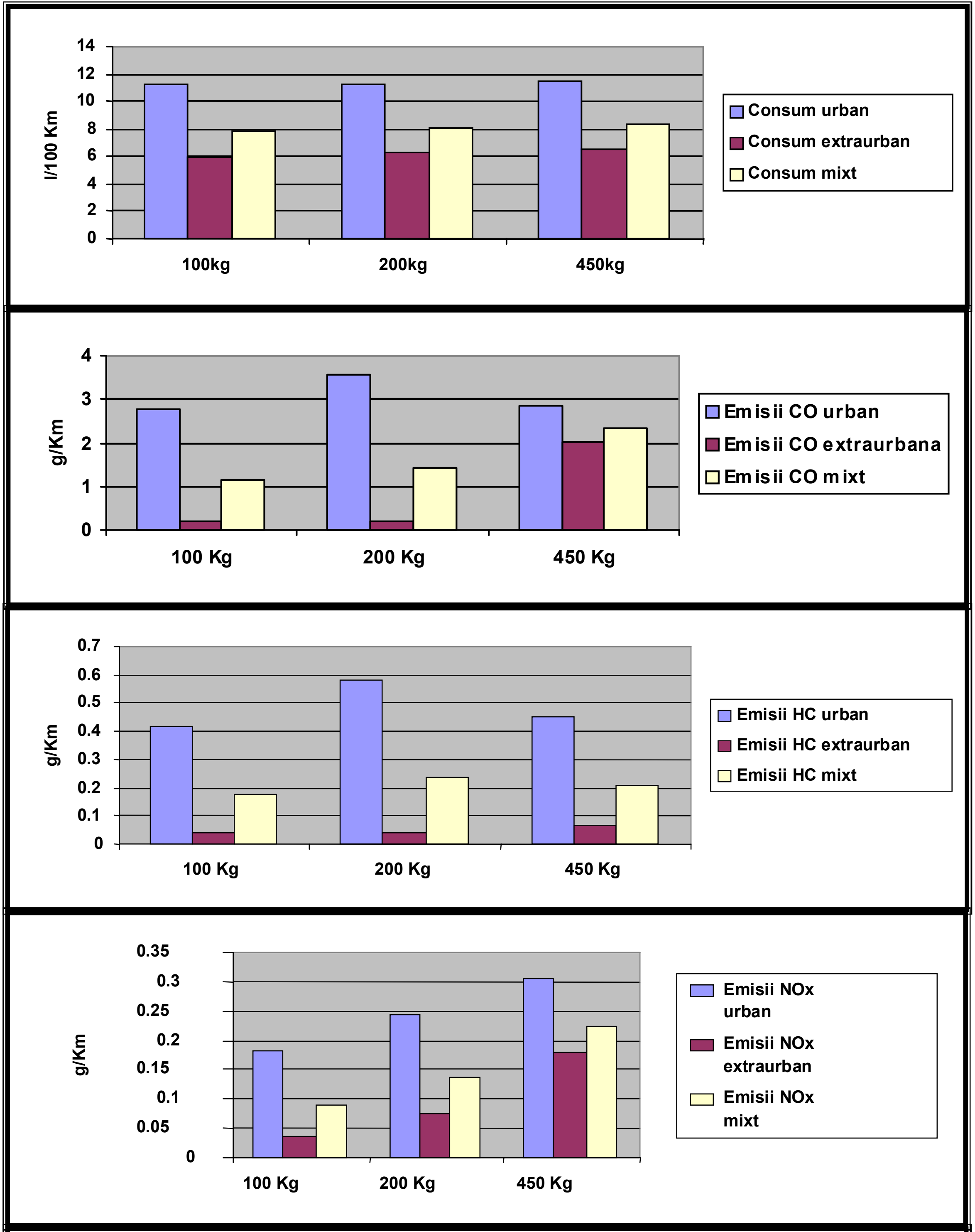


Fig. 4.18. *Evoluţia consumului şi a emisiilor pentru în funcţie de sarcinile reprezentative de exploatare a autoturismului*

4.3. Evaluarea cadrului legislativ indigen în domeniul calibrării vehiculelor

Pentru evaluarea cadrului legislativ indigen, în ce privește calibrarea vehiculelor, se va face referire, pe de o parte, la cerințele regulamentare privind procesul calibrării și, pe de altă parte, la cerințele regulamentare vizând traficul rutier. Experimentele aferente se vor limita, de asemenea, la determinarea emisiilor și a consumului.

4.3.1. Cerințe regulamentare privind calibrarea vehiculelor

În acord cu capitolul 1.1.3, cerințele regulamentare privind procesul calibrării vehiculelor, atât pe plan internațional cât și pe plan național, sunt încă destul de vagi și fără referire expresă la noțiunea de *calibrare vehicul*. Totuși, o analiză critică a standardelor actuale, bazată pe experimentele deja prezentate, poate conduce către unele concluzii interesante, unele pur speculative, altele cu o eficiență efectivă.

Problematica speculativă. Cunoașterea temeinică a cerințelor legale, specifice unei țări, referitoare, în special, la emisii și consum, generează o strategie eficientă în ce privește procesul de calibrare a vehiculului, eliminându-se, din start, cheltuielile inutile. Astfel, luând exemplul României, lipsa unor reglementări specifice în ce privește particularitățile calibrării vehiculelor destinate pieței autohtone, nu justifică, pentru un constructor de automobile de talie mondială, experimentarea și dezvoltarea unui vehicul specific în ce privește sistemul de gestionare a motorului. Dimpotrivă, toată această lipsă de reglementări în domeniu generează, adesea, o soluție ieftină, de compromis, care să satisfacă strict cerințele legale în vigoare.

Deoarece este perfect legală și oarecum loială, o astfel de politică se potrivește, la un moment dat, tuturor constructorilor de automobile. De aceea, problematica speculativă a procesului de calibrare a vehiculelor este abordată prioritar de aceștia, ea aducând profituri însemnate și operativitate maximă, reducând la minim cheltuielile și timpul de dezvoltare a noilor produse. Axioma unei astfel de politici este, așadar, următoarea: *Nu sunt cerințe exprese, se oferă ceea ce deja există*.

Problematica eficientizării. Coroborat cu cadrul legal european și cu tendințele actuale de evoluție, problematica eficientizării, pas cu pas, a noilor produse este evidentă și mai mult decât necesară, mai ales în ce privește sistemul pentru controlul emisiilor. Mai mult, pentru constructorii autohtoni de automobile, problema calibrării vehiculelor în acord cu specificul românesc trebuie să fie o datorie profesională prioritară, situată pe loc de cinste în preocupările specialiștilor în domeniu.

Lucrarea de față este un mic exemplu de abordare a unei astfel de problematici, prin care s-a încercat eficientizarea parametrilor de calibrare a ECM-ului, în acord cu specificul românesc, chiar dacă nu există niște cerințe exprese în acest sens și fără a contraveni de la prevederile legale în vigoare (Regulamentul 83). Într-un cadru mai larg, problematica eficientizării procesului de calibrare a autovehiculelor destinate pieței indigene poate implica însă și soluții mai costisitoare, cum ar fi dezvoltarea unor softuri proprii de gestionare a motorului sau elemente de hard specifice (senzori și actuatori). Totuși, astfel de programe sunt destul de costisitoare și, de aceea, deocamdată, cea mai la îndemână metodă rămâne cea propusă de autor, de recalibrare a parametrilor sistemului de gestionare a motorului.

4.3.2. Cerințe regulamentare privind traficul rutier

Deoarece cerințele regulamentare privind traficul rutier se răsfrâng, deocamdată, doar prin limita de viteză maximă impusă, în localități și în afara localităților, autorul și-a propus, ca prin această lucrare, să evidențieze justețea adoptării acestor limite de viteză, prin prisma consumului de combustibil realizat și a emisiilor poluante, studiindu-se, totodată posibilitățile de recalibrare a ECM-ului astfel încât să se obțină o optimizare a acestora, în condițiile rulării autovehiculului la palierele de viteză maximă legală.

Experimente. Pe standul cu rulouri tip Zöllner, cu ajutorul analizorului de gaze tip Pierburg, s-au determinat caracteristicile de consum ale autovehiculului studiat pentru fiecare treaptă de viteză (v. fig. 4.19). S-au simulat, în acest scop, cicluri de conducere cu paliere de viteză adaptate scopului urmărit, rezultatele fiind cele prezentate în tabelul 4.16. Din considerente de securitate, viteza maximă a fost limitată la 140 km/h. Pentru toate ciclurile de conducere experimentate, motorul a fost adus, în prealabil, la temperatura de regim.

Tabelul 4.16. *Consumurile de combustibil determinate pentru fiecare treaptă de viteză*

Palierul de viteză [km/h]	Consumul de combustibil [l/100km]				
	Vit. 1	Vit. 2	Vit. 3	Vit. 4	Vit. 5
5	19.14				
10	17.04	11.16			
15	16.20				
20	**15.99**	9.60			
25	16.87		7.23		
30	17.04	**9.15**			
35	18.39				
40		9.47	7.41	6.24	**5.24**
45					
50		10.31			
55			**6.97**		
60		10.85		**5.84**	5.33
65					
70		11.23	7.95		
75					
80				6.14	5.41
85			8.45		
90					
95					
100			9.40	7.12	6.72
105					
110					
115			10.60		
120				8.73	8.01
125					
130					
135					
140				10.78	9.27

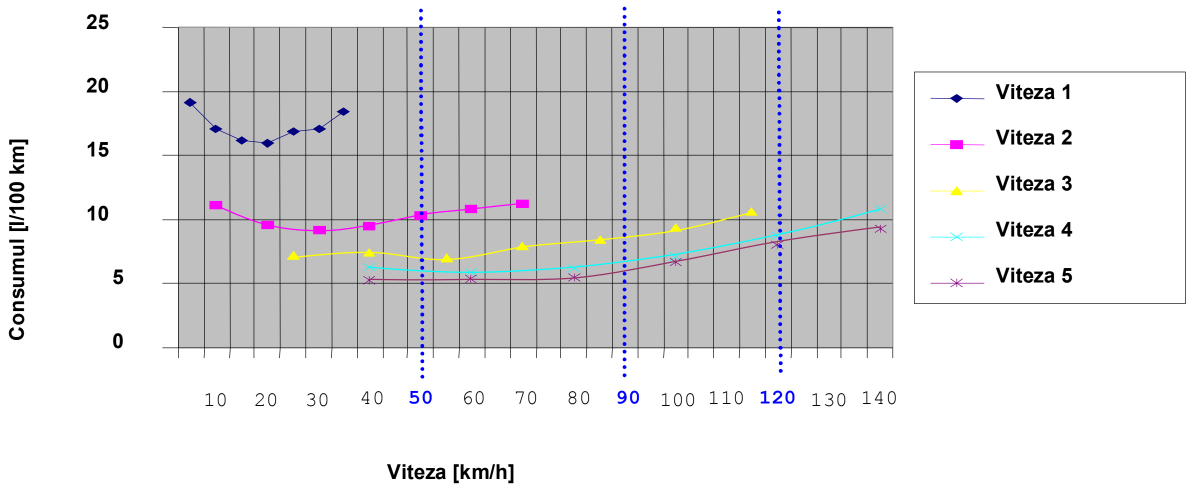


Fig. 4.19. *Caracteristica de consum în raport cu viteza de deplasare a autovehiculului*

Concluzii. Din analiza caracteristicii de consum în raport cu viteza de deplasare a vehiculului (v. fig. 4.19), se pot desprinde următoarele concluzii:

- Viteza legală de deplasare în localităţi (50 km/h), pentru vehiculul studiat, poate fi realizată în treptele de viteze 2, 3, 4 şi 5; funcţie de abilitatea de mânuire a schimbătorului de viteze, consumul poate fi minim, când se utilizează treapta superioară de viteză, şi maxim (aproape dublu), când se utilizează treapta a 2-a de viteză;
- Viteza legală de deplasare în afara localităţilor (90 km/h) poate fi realizată în treptele de viteză 3, 4 şi 5; pentru utilizarea treptei a 3-a, se obţine un consum de combustibil mai mare cu 45% decât în cazul utilizării treptei a 5-a.
- Viteza legală de deplasare pe autostradă (120 km/h) poate fi realizată în treptele de viteză 4 şi 5; pentru utilizarea treptei a 4-a, se obţine un consum de combustibil mai mare cu 9% decât în cazul utilizării treptei a 5-a.

Recomandări. Prin natura traficului în localităţi (mers în coloană, porniri şi opriri repetate, depăşiri frecvente etc.), obţinerea palierului de 50 km/h va fi obţinut, frecvent, prin utilizarea treptelor de viteză 3 şi 4. De aceea, este de dorit ca polul economic pentru aceste trepte de viteză să fie plasat în jurul vitezei de 50 km/h. Faptic însă, acest pol economic (minimul consumului înregistrat) este mult mai apropiat de viteza de 60 km/h (v. fig. 4.19). Prin modificarea parametrilor de funcţionare a ECM-ului (parametri menţionaţi în capitolele precedente), în sensul sărăcirii amestecului pentru turaţii joase, se mizează, de asemenea, şi pe o deplasare a polului economic către viteza legală de circulaţie în localităţi (50 km/h).

Pentru deplasarea în afara localităţilor (90 km/h), este preponderentă utilizarea treptei superioare de viteză (a 5-a), caz în care polul economic este destul de departe (peste 15% diferenţa de consum). Din acest punct de vedere, polul economic este plasat mult mai bine faţă de palierul de viteză de 80 km/h (diferenţă de consum de numai 3%). Pe de altă parte, viteza legală de deplasare pe autostradă (120 km/h), realizată tot în viteza a 5-a, îndreptăţesc dorinţa (de compromis) de a obţine un pol economic în jurul vitezei de 100 km/h.

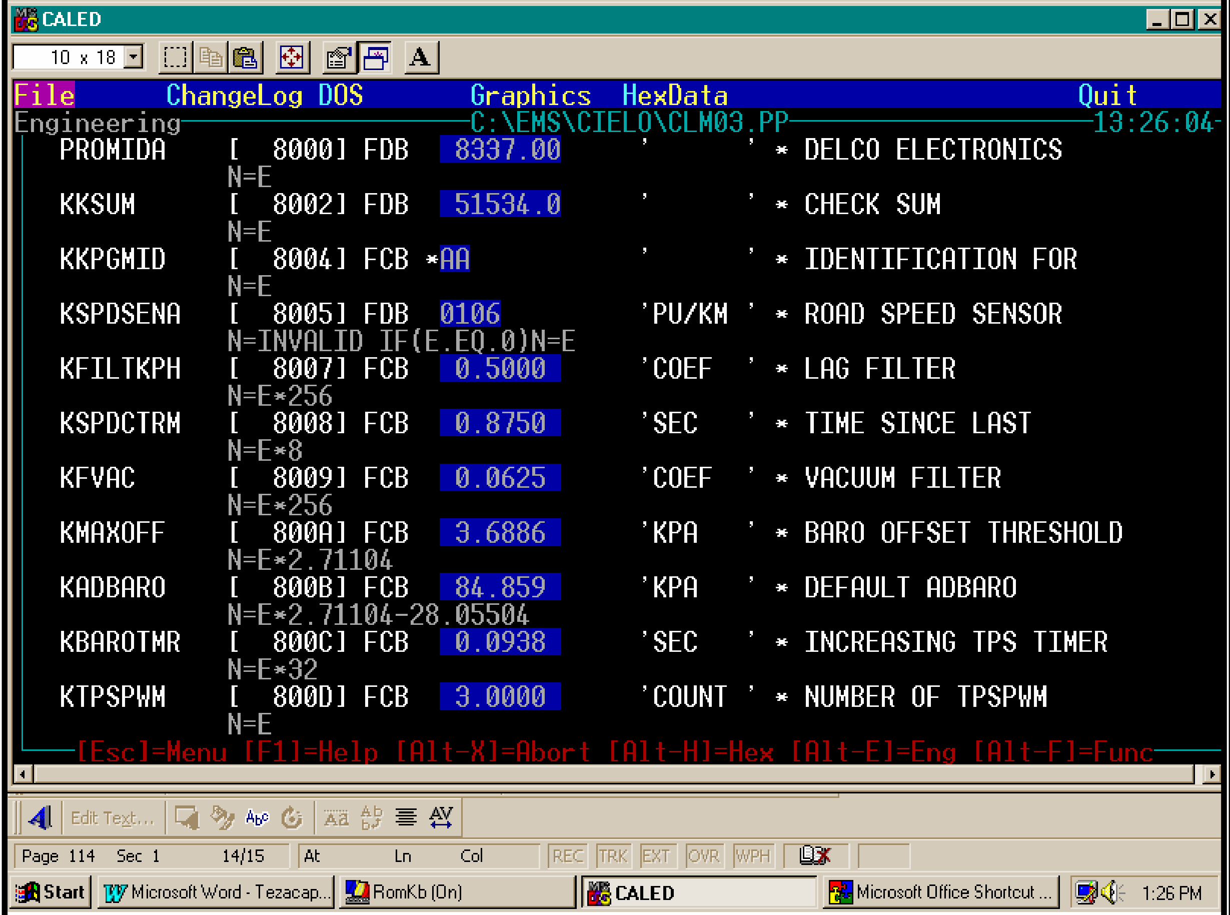
Totuşi, pentru a nu compromite celelalte criterii de draivabilitate ale vehiculului (viteză maximă, demaraj, stabilitate funcţională etc.), se preferă, pentru acest stadiu al cercetării, o ameliorare uşoară a consumului, urmare a recalibrării ECM-ului în acord cu recomandările deja formulate în capitolele precedente.

4.4. Recalibrarea vehiculului în acord cu specificul românesc

În acord cu recomandările făcute anterior, se poate concluziona că, fără investiții suplimentare în ce privește dezvoltarea sistemului de gestionare a motorului, printr-o reconfigurare a parametrilor setați ai ECM-ului, se poate miza pe o îmbunătățire a emisiilor și consumului, fără afectarea, în mod vizibil negativ, a celorlalte performanțe ale vehiculului.

4.4.1. Considerații privind recalibrarea ECM-ului

Pornindu-se de la fișierul CLM03.PP (v. fig. 4.20), a cărui configurare este specifică autoturismelor Cielo 1.5DOHC din producția curentă, s-a ajuns la fișierul CLM04.PP, în care s-au operat toate setările specifice exploatării vehiculelor în România, argumentarea acestor noi setări fiind cea deja menționată în capitolele anterioare.



```
Engineering─────────────────────────C:\EMS\CIELO\CLM03.PP─────────────────────13:26:04-
    PROMIDA     [   8000] FDB  8337.00       '       ' * DELCO ELECTRONICS
                N=E
    KKSUM       [   8002] FDB  51534.0       '       ' * CHECK SUM
                N=E
    KKPGMID     [   8004] FCB *AA            '       ' * IDENTIFICATION FOR
                N=E
    KSPDSENA    [   8005] FDB 0106           'PU/KM  ' * ROAD SPEED SENSOR
                N=INVALID IF(E.EQ.0)N=E
    KFILTKPH    [   8007] FCB  0.5000        'COEF   ' * LAG FILTER
                N=E*256
    KSPDCTRM    [   8008] FCB  0.8750        'SEC    ' * TIME SINCE LAST
                N=E*8
    KFVAC       [   8009] FCB  0.0625        'COEF   ' * VACUUM FILTER
                N=E*256
    KMAXOFF     [   800A] FCB  3.6886        'KPA    ' * BARO OFFSET THRESHOLD
                N=E*2.71104
    KADBARO     [   800B] FCB  84.859        'KPA    ' * DEFAULT ADBARO
                N=E*2.71104-28.05504
    KBAROTMR    [   800C] FCB  0.0938        'SEC    ' * INCREASING TPS TIMER
                N=E*32
    KTPSPWM     [   800D] FCB  3.0000        'COUNT  ' * NUMBER OF TPSPWM
                N=E
 ──[Esc]=Menu [F1]=Help [Alt-X]=Abort [Alt-H]=Hex [Alt-E]=Eng [Alt-F]=Func──
```

Fig. 4.20. *Ecran de lucru în programul CALED aferent calibrării vehiculelor Cielo1.5DOHC*

Pentru operarea pe *hard* a modificării parametrilor de funcționare ai motorului, s-a folosit echipamentul MDS (Modular Development System), produs de firma americană Delco Electronics, precum și un ECM de dezvoltare, care a permis interfațarea cu MDS-ul (v. fig. 4.21).

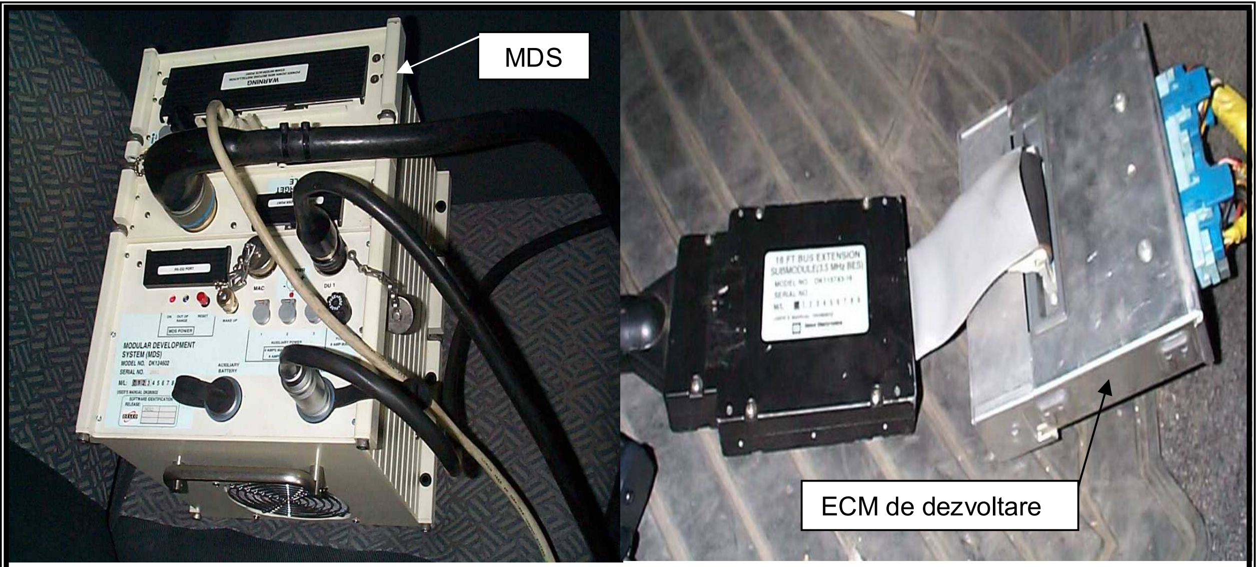


Fig. 4.21. *Echipamentul de calibrare utilizat pentru modificarea configurării ECM-ului*

Pentru operarea cu MDS-ul, echipament prevăzut și cu un puternic sistem de achiziție a datelor, s-a utilizat un soft specific – *MDS 1996*, ediția a 2-a, soft dezvoltat, de asemenea, de firma americană Delco Electronics. Pentru anumite teste, complementar, s-a utilizat un computer portabil, tip Laptop.

4.4.2. Rezultatele recalibrării vehiculului

Cu ECM-ul recalibrat, s-au reluat testele de evaluare a emisiilor și a consumului, a performanțelor generale ale motorului și ale vehiculului, precum și a celor de evaluare a draivabilității, comparativ cu calibrarea inițială (de serie) a vehiculului. S-a urmărit, cu această ocazie, încadrarea în prevederile europene în ce privește emisiile și, desigur, evaluarea câștigului global, în ce privește adaptarea vehiculului la specificul pieței românești.

4.4.2.1. Evaluarea emisiilor și a consumului de combustibil

Evaluare conform Regulamentului 83. În primă fază, experimentele necesare evaluării emisiilor și consumului au decurs în conformitate cu Regulamentul 83 (Euro II). Rezultatele obținute sunt cele prezentate în tabelul 4.17, raportarea lor făcându-se la calibrarea de serie a ECM-ului. Scopul acestor experimente a fost acela de a evalua în ce mod sunt influențate emisiile, în raport cu cerințele Regulamentului 83 (pentru vehiculul Cielo studiat: $HC+NO_x$ = max. 0.5 g/km și CO = max. 2.2 g/km, ciclu mixt).

Concluziile ce se desprind din analiza acestor date sunt următoarele:

Tabelul 4.17. *Influența recalibrării ECM-ului asupra emisiilor și consumului (ciclul european)*

Emisiile și consumul	***ECM-ul de referință***	***Ciclul de conducere (european)***		
		Urban	***Extraurban***	***Mixt***
Consumul de benzină [l/100km]	*Calibrare de serie*	11.593	6.066	8.097
	Recalibrare (RO)	*11.521*	*5.896*	*7.945*
	Diferența RO/serie	*-0.6%*	*-2.8%*	*-1.9%*
Emisiile de CO [g/km]	*Calibrare de serie*	3.700	0.338	1.573
	Recalibrare (RO)	*4.149*	*0.576*	*1.878*
	Diferența RO/serie	*+12.1%*	*+70.4*	*+19.4*
Emisiile de HC [g/km]	*Calibrare de serie*	0.524	0.069	0.236
	Recalibrare (RO)	*0.713*	*0.162*	*0.363*
	Diferența RO/serie	*+36.1*	*+134.8%*	*+53.8%*
Emisiile de NO$_x$ [g/km]	*Calibrare de serie*	0.155	0.027	0.075
	Recalibrare (RO)	*0.124*	*0.045*	*0.074*
	Diferența RO/serie	*-20.0%*	*+66.7%*	*-1.3*
Emisiile de HC+NO$_x$ [g/km]	*Calibrare de serie*	0.679	0.096	0.311
	Recalibrare (RO)	*0.837*	*0.207*	*0.436*
	Diferența RO/serie	*+23.3%*	*+115.6*	*+40.2%*

- *Emisiile poluante* se încadrează în limitele impuse de Regulamentul 83, deși acestea înregistrează o oarecare creștere (CO, +19.4%; HC+NO$_x$, +40.2%);
- *Consumul de combustibil* înregistrează o ușoară scădere (în medie, circa 2%);
- Pentru ciclul urban, emisiile poluante au un nivel mai redus, comparativ cu ciclul extraurban, oxizii de azot scăzând chiar, cu 20%, comparativ cu calibrarea de serie.

Evaluare conform specificului românesc. Pentru evaluarea emisiilor și a consumului în acord cu specificul autohton, au fost reluate testele pe standul dinamometric (v. fig. 4.1), în următoarele condiții, argumentate în capitolele anterioare:

- Ciclul de conducere: specific, propus de autor (v. cap. 4.2.2 și 4.2.3);
- Temperatura mediului ambiant: 9.3°C (v. cap. 1.3.1);
- Umiditatea atmosferică: 82% (v. cap. 1.3.1);
- Altitudinea de referință (față de care se fac corecțiile): 291 m (v. cap. 1.3.1);
- Sarcina utilă: 200 kg (v. cap. 1.3.2 și 4.2.4);
- Combustibil utilizat: benzină fără Pb, reprezentativă pentru piața românească (v. cap. 1.3.2).

Pentru evidențierea diferențelor dintre emisiile și consumul înregistrate conform specificului românesc, testele au fost efectuate, în primă fază cu ECM-ul de serie al autoturismului, apoi cu ECM-ul recalibrat. Evident, pentru ambele situații, condițiile de testare au fost aceleași, menționate mai sus. Având în vedere posibilitățile tehnice ale laboratorului de emisii, în momentul efectuării testelor, au fost necesare corecții în ce privește temperatura și umiditatea mediului ambiant, în acest scop utilizându-se relația (4.2). Corecțiile funcție de altitudine, fiind nesemnificative (v. tabelul 4.4), se neglijează.

Rezultatele astfel obținute sunt cele prezentate în tabelul 4.18, cu mențiunea expresă că, în acest caz, limitele impuse de Regulamentul 83 dispar, însă și pentru cazul României, pentru a păstra gradul de poluție admis pe plan european (de data aceasta în valori reale), valorile de referință (ca valori maxime admise) pot fi stabilite, pe baza rezultatelor obținute, astfel: 5.5 g/km, pentru CO, și 0.9 g/km, pentru HC+NO$_x$, în condiții de rulare și încărcare conform ciclului mixt propus de autor. Nu se impun, de asemenea, restricții pentru fiecare din ciclurile urban și extraurban, luate separat.

Tabelul 4.18. *Influența recalibrării ECM-ului asupra emisiilor și consumului (specific românesc)*

Emisiile și consumul	ECM-ul de referință	Ciclul de conducere (specific românesc)		
		Urban	Extraurban	Mixt
Consumul de benzină [l/100km]	Calibrare de serie	10.8	6.3	7.9
	Recalibrare (RO)	9.9	5.7	7.2
	Diferența RO/serie	-8.3%	-9.5%	-8.9%
Emisiile de CO [g/km]	Calibrare de serie	10.466	5.452	8.806
	Recalibrare (RO)	7.910	2.971	4.997
	Diferența RO/serie	-24.4%	-45.5%	-43.2%
Emisiile de HC [g/km]	Calibrare de serie	1.018	0.250	0.595
	Recalibrare (RO)	0.678	0.127	0.528
	Diferența RO/serie	-33.4%	-49.8%	-11.3
Emisiile de NO_x [g/km]	Calibrare de serie	0.266	0.514	0.328
	Recalibrare (RO)	0.288	0.221	0.209
	Diferența RO/serie	+8.3%	-57.0%	-36.3%
Emisiile de HC+NO_x [g/km]	Calibrare de serie	1.284	0.764	0.923
	Recalibrare (RO)	0.966	0.348	0.737
	Diferența RO/serie	-24.8%	-54.4%	-20.2%

Analizând datele prezentate în tabelul 4.18, se pot desprinde următoarele concluzii și observații majore, chintesență a acestui studiu:

- *Consumul de combustibil* poate fi îmbunătățit, în medie, cu circa 9%;
- *Oxidul de carbon* (CO) poate fi redus, în medie, cu peste 40%;
- *Hidrocarburile* (HC) pot fi reduse, pentru condițiile de exploatare specifice României, cu peste 10%, scăderi mai importante înregistrându-se pentru ciclul extraurban;
- *Oxizii de azot* (NO_x) pot fi reduși, pentru ciclul mixt, cu peste 30%, scăderi mai importante înregistrându-se, de asemenea, pe ciclul extraurban.

Consumul de combustibil realizat în aceste condiții, pe ciclul mixt, poate fi considerat **consum de exploatare** specific României. Pornindu-se de la acest consum și aplicând corecțiile în ce privește categoria drumului, utilizarea instalațiilor auxiliare etc., se poate face normarea consumurilor pentru condițiile reale de exploatare a parcului auto [65].

4.4.2.2. Evaluarea performanțelor generale ale motorului

Pentru evaluarea performanțelor generale ale motorului, s-a recurs la testele pe standul dinamometric, utilizându-se în acest scop un echipament AVL special destinat efectuării testelor de performanță ale motorului (v. fig. 4.22). Dinamometrul, pe bază de curent alternativ, este controlat integral de un PC prevăzut cu soft specializat în controlul condițiilor de test și în achiziționarea de date (tip PUMA).

Experimente. Testele s-au efectuat pe un motor 1.5DOHC-MOD, de același tip cu motorul utilizat pentru echiparea autoturismului Cielo pe care s-au efectuat testele de calibrare. Pe acest motor s-au determinat performanțele comparative (caracteristica externă) pentru două ipostaze reprezentative: cu ECM de serie și cu ECM recalibrat conform specificului românesc.

Încercările s-au efectuat în acord cu prevederile standardului SR ISO 1585-98 și ale Regulamentului ECE-ONU nr. 85-1990, în ce privește condițiile de mediu și de echipare a motorului, coroborate cu procedura de testare EDS-T-1019, specifică Daewoo [124]. Rezultatele obținute sunt cele prezentate în tabelul 4.19 și figura 4.23.

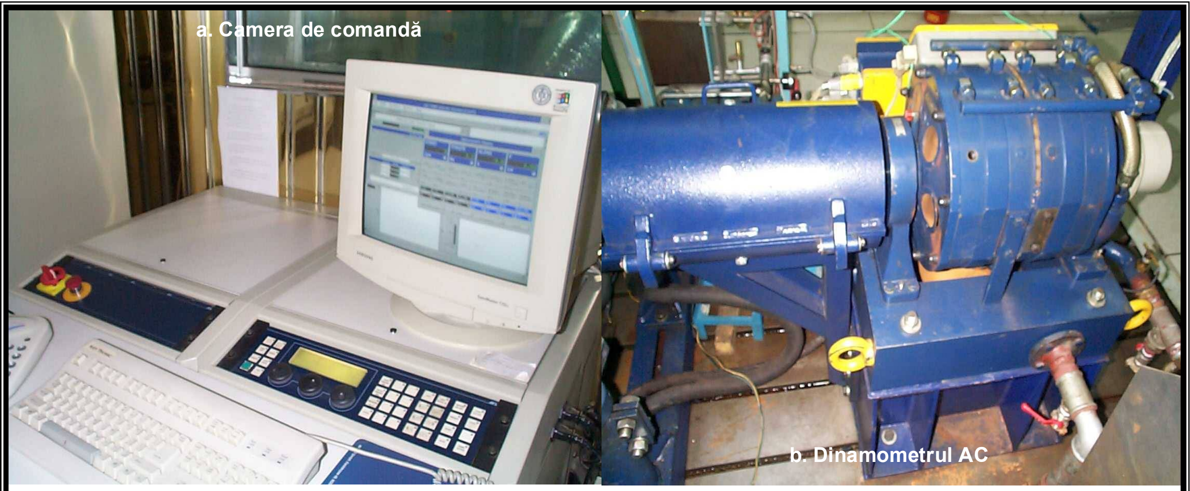


Fig. 4.22. *Echipamentul AVL utilizat pentru determinarea performanțelor motorului*

Tabelul 4.19. *Performanțele comparative ale recalibrării motorului 1.5DOHC-MOD*

Performanța	**ECM serie**	**ECM recalibrat**	**Diferența**
Puterea maximă [kW]	59.54	58.36	-1.98%
Turația de putere maximă [rot/min]	5600	5600	0%
Cuplul maxim [Nm]	126.1	123.6	-1.98%
Turația de cuplu maxim [rot/min]	4000	4000	0%
Cuplul la puterea maximă [Nm]	101.6	99.6	-1.97%
Consumul specific minim [g/kWh]	264.53	265.52	+0.37%
Turația de consum minim [rot/min]	2800	2800	0%
Coeficientul de elasticitate [/]	0.71	0.71	0%
Coeficientul de adaptabilitate [/]	1.24	1.24	0%
Coeficientul de rezervă [%]	24.11	24.10	-0.04%

Concluzii. Din analiza datelor prezentate în tabelul 4.19 precum și a graficelor din figura 4.23, se pot concluziona următoarele:

- După recalibrarea ECM-ului în acord cu specificul românesc, performanțele de putere și cuplu maxim ale motorului sunt diminuate cu mai puțin de 2%, ceea ce permite ca motorul să fie utilizat în producția de serie, fără a mai fi necesară reomologarea acestuia în acord cu Regulamentul 85; se evită astfel, cheltuielile suplimentare și prelungirea duratei de obținere a omologării de tip;
- Consumul specific de combustibil este afectat în mod nesemnificativ în plaja polului economic, însă pentru turații mari diferențele sunt de până la +7.5% (v. fig. 4.23);
- Turațiile reprezentative (cuplu maxim, putere maximă și consum minim) rămân aceleași;
- Coeficienții de elasticitate, adaptabilitate și rezervă rămân, de asemenea, practic, nemodificați.

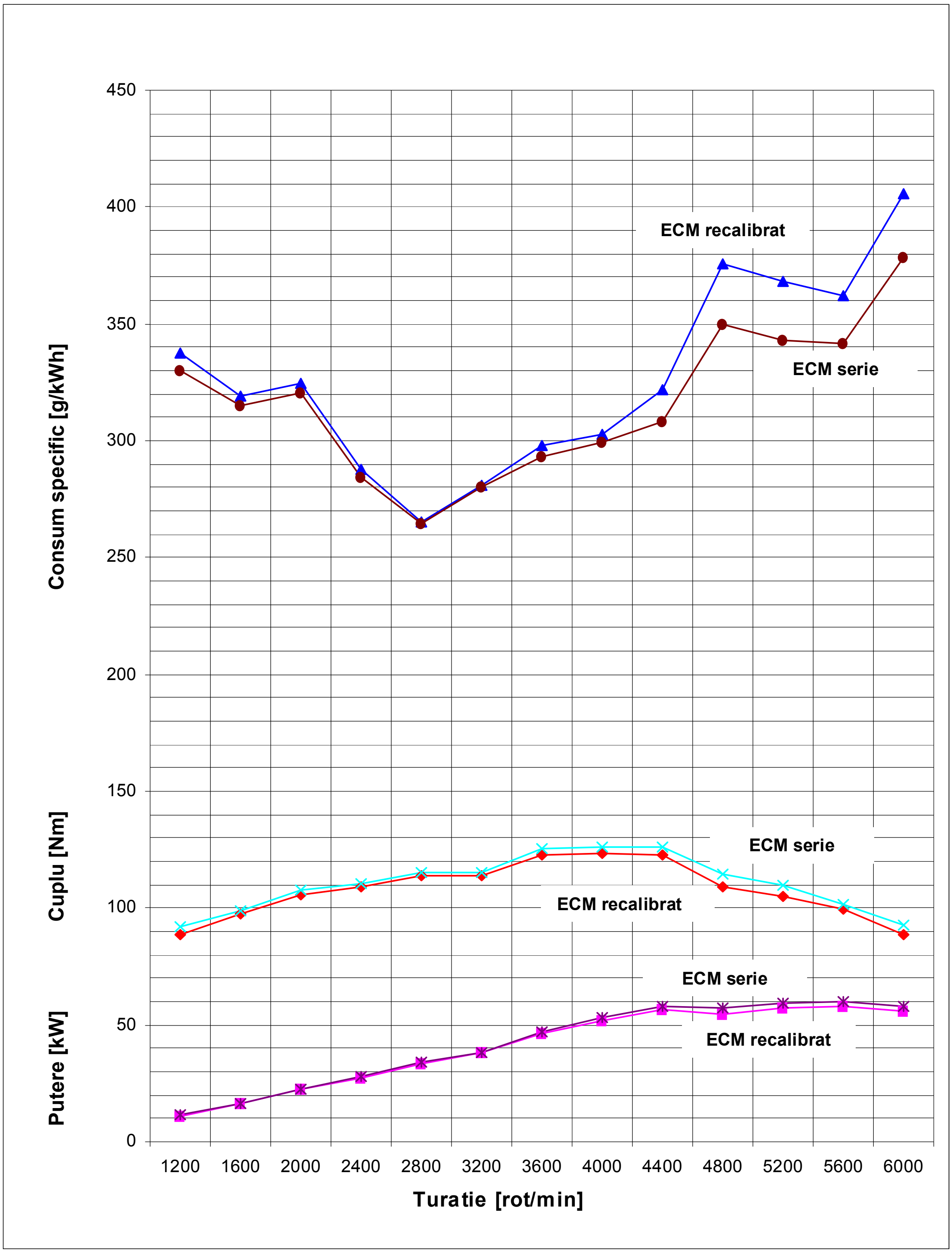


Fig. 4.23. *Caracteristica externă a motorului 1.5DOHC-MOD pentru cele două ipostaze de calibrare a ECM-ului: serie şi recalibrat*

4.4.2.3. Evaluarea performanțelor generale ale vehiculului

Evaluarea performanțelor generale ale vehiculului s-au făcut în conformitate cu standardele românești în vigoare, fiind vizate, desigur, doar acele performanțe, altele decât emisiile și consumul, care ar fi putut fi afectate de procesul recalibrării ECM-ului. În acest scop s-a folosit echipamentul Datron cu senzor optic și sistem propriu de achiziție date (v. fig. 4.24). Rezultatele obținute sunt cele prezentate în tabelul 4.20.

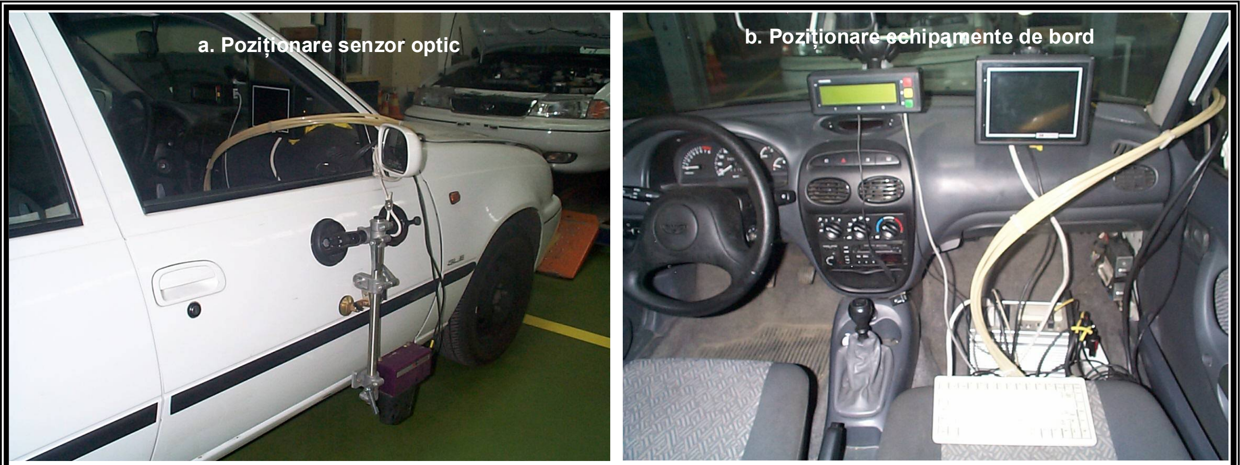

a. Poziționare senzor optic
b. Poziționare echipamente de bord

Fig. 4.24. *Echipamentul Datron utilizat pentru determinarea performanțelor dinamice ale autoturismului Cielo studiat*

Tabelul 4.20. *Evaluarea comparativă a performanțelor generale ale vehiculului testat*

Denumirea performanței		**Rezultatele obținute**	**Observații**
Viteza maximă [km/h]	Înainte	169.7	ECM de serie
	După	168.5	ECM recalibrat
Accelerația 0-100 km/h [s]	Înainte	12.9	ECM de serie
	După	13.3	ECM recalibrat

Se observă că, în urma procesului de recalibrare a ECM-ului în acord cu specificul românesc, viteza maximă a scăzut în limite rezonabile (sub 1%), la fel și timpul de demarare de la 0 la 100 km/h (circa 3%).

4.4.2.4. Evaluarea draivabilității

Pentru evaluarea draivabilității, autorul a recurs, pe de o parte, la procedura AVL de evaluare a draivabilității și, pe de altă parte, la o procedură originală bazată pe o diagramă radar de evaluare comparativă: *înainte* și *după* recalibrarea ECM-ului.

Grila de evaluare. Conform procedurii AVL [77], pentru evaluarea draivabilității vehiculului testat, s-a folosit o grilă de evaluare subiectivă (v. tabelul 4.21), care permite atât acordarea de note de la 1 la 10, cât și calificative, în funcție de manifestarea inconvenientelor, în timpul exploatării autovehiculului.

Tabelul 4.21. *Grila de evaluare a draivabilităţii vehiculului testat*

Nota	Calificativul	Manifestarea inconvenienţelor
10	Excelent	Nesesizat nici de şoferii de încercări experimentaţi
9	Foarte bine	Deranjant pentru şoferii de încercări experimentaţi
8	Bine	Deranjant pentru clienţii cusurgii
7	Satisfăcător	Deranjant pentru anumiţi clienţi
6	Aproape satisfăcător	Deranjant pentru toţi clienţii
5	Suficient	Foarte deranjant pentru toţi clienţii
4	Slab	Perceput ca deficienţă de toţi clienţii
3	Insuficient	Reclamat ca deficienţă de toţi clienţii
2	Rău	Limitează funcţionarea vehiculului
1	Foarte rău	Vehiculul nu funcţionează

Caracteristicile draivabilităţii. Evaluarea draivabilităţii se va face prin notarea caracteristicilor majore ale acesteia, definite după cum urmează:

1. *Ralanti* – Regim de funcţionare stabilă a motorului la cea mai joasă turaţie, cu sau fără cuplarea transmisiei;
2. *Pornire motor* – Regim de punere în funcţiune a motorului, cu transmisia decuplată, în orice condiţii de temperatură;
3. *Croazieră* – Regim de călătorie cu vehiculul la viteză constantă, inferioară vitezei maxime, fără depăşirea sarcinii utile prescrise;
4. *Şofaj normal* – Regim de călătorie cu vehiculul în condiţii normale de exploatare, fără depăşirea sarcinii şi vitezei maxime prescrise;
5. *Accelerare* – Regim de funcţionare tranzitorie a motorului, care asigură o creştere a vitezei;
6. *Frână de motor* – Regim de funcţionare a motorului cu un cuplu negativ, la închiderea rapidă a clapetei de acceleraţie şi fără decuplarea transmisiei, urmare a tendinţei vehiculului de a rula inerţial cu o viteză mai mare decât viteza asigurată de turaţia de ralanti a motorului;
7. *Supraaccelerare* – Regim de funcţionare "forţată" a motorului, la deschiderea rapidă a clapetei de acceleraţie, mai mult decât este necesar, urmare a neadaptării cuplului la rezistenţa de înaintare (sarcină);
8. *Motoring* – Regim de călătorie cu vehiculul, în scop turistic (trasee lungi şi sarcină utilă apropiată de cea maximă);
9. *Schimbare viteză* – Regim tranzitoriu de funcţionare a motorului ocazionat de trecerea dintr-o treaptă de viteză în alta;
10. *Demaraj / stop* – Regim tranzitoriu de pornire de pe loc sau oprire, pentru diverse ipostaze de exploatare a vehiculului (la oprire, motorul rămâne în funcţiune);
11. *Oprire* – Regim tranzitoriu de scoatere din funcţiune a motorului, prin suspendarea alimentării cu curent a aprinderii (contact OFF);
12. *Zgomot* – Sunet supărător auzului, cauzat de funcţionarea motorului şi a instalaţiilor auxiliare ale acestuia;
13. *Vibraţie* – Oscilaţie a întregului vehicul sau a anumitor componente ale acestuia, cauzată de funcţionarea motorului şi percepută în mod neplăcut de ocupanţii locurilor din habitaclu;
14. *Încălzire motor* – Regim tranzitoriu, în care motorul funcţionează la o temperatură inferioară temperaturii de regim;
15. *Răspuns ralanti* – Reacţie a motorului la accelerări şi decelerări, dinspre şi înspre regimul de ralanti al acestuia;
16. *Reacţia frânării* – Efectul frânărilor bruşte, fără decuplarea imediată a ambreiajului, asupra stabilităţii funcţionale a motorului.

Diagrama radar. Pentru fiecare din cele 16 caracteristici ale draivabilității, s-au făcut evaluări subiective, conform grilei prezentate în tabelul 4.21, înainte și după recalibrarea ECM-ului în acord cu specificul autohton. Rezultatele obținute sunt cele sintetizate în diagrama radar prezentată în figura 4.25.

De remarcat este faptul că ușoara îmbunătățire a draivabilității (de la 7.5 la 7.7) a fost posibilă, urmând o procedură completă și corectă de recalibrare a ECM-ului în acord cu specificul României, chiar și în condițiile în care pentru vehiculul studiat se făcuse deja o recalibrare în acest sens, în acord cu normele GM și DWMC. Caracteristicile de draivabilitate pentru care câștigul a fost cel mai însemnat sunt următoarele: pornirea și șofajul normal.

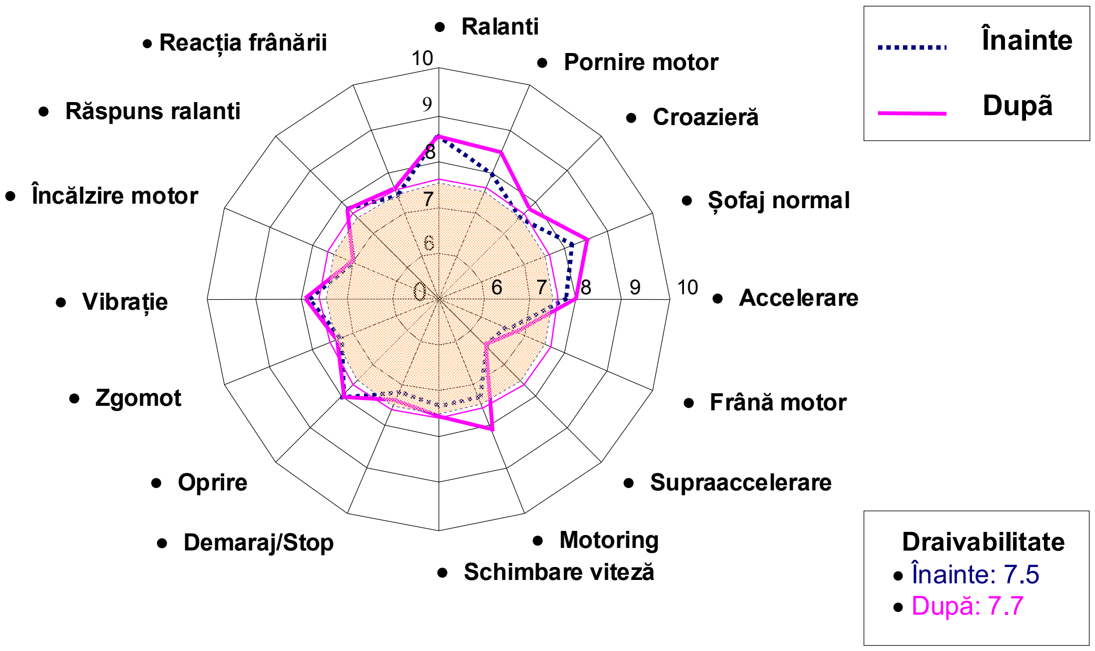


Fig. 4.25. *Diagrama radar de evaluare a draivabilității*

Perspectiva iminentă de apariție a unor sisteme EMC bazate pe strategia unei *draivabilități adaptive* [77] presupune, deja, un control optimizat al cuplului motor, control care presupune selectarea, de către șofer, a stilului de conducere dorit: Sport, Serie sau Confort. Totuși, chiar și în această situație, problema recalibrării vehiculului în acord cu specificul indigen, deși mult mai delicată, rămâne o necesitate evidentă.

5. CONCLUZII

Deşi există numeroase preocupări, la nivel mondial, în ce priveşte procesul de calibrare a vehiculelor, este mai mult decât evident faptul că, la nivelul fiecărei ţări, trebuie să existe, de asemenea, preocupări în acest sens. În cazul României, o ţară cu condiţii geografice variate şi cu un specific aparte în ce priveşte exploatarea autovehiculelor, investigarea procesului de calibrare trebuie să devină deja o prioritate, mai ales în perspectiva normelor europene privind reducerea emisiilor şi a consumului. Se întrevăd astfel, atât posibilităţi evidente de standardizare cât şi anumite tendinţe strategice privind calibrarea vehiculelor.

5.1. Posibilităţi de standardizare în domeniul calibrării vehiculelor

Aşa precum s-a arătat deja (v. cap. 1.1.3), pe plan internaţional, există preocupări majore în ce priveşte standardizarea procesului de calibrare a vehiculelor, în special a sistemului de gestionare a motorului (EMS). Această standardizare ar trebui să intervină prioritar, atât pe plan inernaţional cât şi pe plan naţional, acolo unde interesele constructorilor şi cele ale beneficiarilor sunt comune.

Pe plan internaþional, se întrevăd, astfel, trei direcţii majore în care trebuie să intervină urgent rolul benefic al standardizării:

1. Standardizarea metodologiei de calibrare;
2. Standardizarea aparaturii necesare procesului de calibrare (inclusiv a softului aferent);
3. Standardizarea sistemelor de gestionare a motorului (*hard* şi *soft*).

În schimb, pentru condiţiile din România, priorităţile de standardizare trebuie să fie orientate către definirea condiţiilor de mediu şi de exploatare a parcului auto, conform specificului autohton.

5.1.1. Standardizarea metodologiei de calibrare

Concluziile care se desprind, din această lucrare, în ce priveşte standardizarea metodologiei de calibrare a autovehiculelor, sunt următoarele:

- Procedurile interne de testare, specifice fiecărui constructor sau institut de cercetare, trebuie să constituie motorul principal al standardizării metodologiei de calibrare, ieşind astfel, cel puţin în parte, de sub conul de umbră al confidenţialităţii;
- Priorităţile, în ce priveşte standardizarea metodologiei de calibrare, trebuie să fie concentrate în jurul testelor de calibrare a ECM-ului în acord cu specificul fiecărei ţări şi de evaluare a draivabilităţii;
- Investigarea procesului de calibrarea a vehiculelor, ca program şi complexitate, nu face obiectul standardizării, implicând experienţă, strategie şi diversitate, adică factori obiectivi greu de îngrădit şi de controlat.

Standardizarea în domeniul metodologiei de calibrare a vehiculelor apare ca o necesitate a folosirii unui limbaj comun, pentru specialiştii în domeniu, precum şi ca o cerinţă a regulamentelor internaţionale aflate într-o continuă evoluţie. Aceasta este, de fapt, o standardizare de proces şi, ca urmare, este o rezultantă a ingineriei concurenţiale de produse şi de tehnici de încercare, care poate garanta că testul în cauză este realmente prescris de echipa de proiectanţi.

5.1.2. Standardizarea aparaturii necesare calibrării

Referindu-ne la aparatura necesară calibrării, se poate discuta despre două aspecte majore, în ce priveşte standardizarea: *compatibilitatea hardului* şi *polivalenţa softului*. Astfel, pot fi concluzionate următoarele:

- *Specializarea* aparaturii necesare procesului de calibrare a vehiculelor devine, obligatoriu, legată de utilizarea unor softuri, de asemenea, specializate;
- *Compatibilitatea hardului*, cu toate sistemele de gestionare a motorului, precum şi cu celelalte sisteme de comandă şi control ale vehiculului, trebuie să constituie o prioritate a standardizării în acest domeniu; această compatibilitate trebuie să meargă chiar şi mai departe, permiţând interfaţarea, fără probleme, cu alte sisteme de măsură şi achiziţie date;
- *Polivalenţa softului*, în contextul dorit – de standardizare, presupune, pe lângă compatibilitatea cu hardul, înglobarea unor instrumente docile şi facile pentru identificare, evaluare, adaptare şi dialogare cu operatorul.

Aşadar, standardizarea, în domeniul aparaturii necesare calibrării vehiculelor, este o tendinţă firească, permanentă, pornită din necesităţi de interschimbabilitate, compatibilitate, legislaţie sau politică de vânzări. Evident că, odată cu dezvoltarea calculatoarelor de bord (generaţia OBD II) şi a creşterii gradului de standardizare în domeniu, există şi riscul virusării, sub toate formele, a softurilor aferente. Însă acesta este un alt aspect asupra căruia, cu siguranţă, vor stărui specialiştii de mâine, ştiut fiind că, atunci când este vorba de siguranţa funcţionării, nu se fac compromisuri.

5.1.3. Standardizarea sistemelor de gestionare a motoarelor

În mod spectacular, sistemele moderne de gestionare a motoarelor auto oferă perspectiva unor standardizări, evidente, importante. Această viziune se bazează, în principal, pe două argumente majore, oarecum contradictorii şi controversate:

1. Etica profesională a programatorului nu este încă statutată, în multe ţări;
2. Cerinţele pieţei sunt, în general, sub posibilităţile (financiare) a ceea ce poate oferi tehnica actuală, în domeniul sistemelor de gestionare.

În consecinţă, se pot enumera, pentru exemplificare, câteva direcţii majore în care standardizarea va trebui, cu siguranţă, să intervină:

- Interschimbabilitatea sezorilor şi actuatorilor;
- Compatibilitatea limbajelor de programare;
- Interfaţarea şi dialogarea sistemelor de diagnosticare;
- Metodologia de validare a softurilor;
- Identificarea şi evaluarea calitativă a performanţelor.

5.1.4. Posibilităţile româneşti de standardizare

Referindu-ne la specificul naţional, standardizarea în domeniul calibrării vehiculelor trebuie să răspundă, în principal, la următoarele cerinţe:

- Să definească clar condiţiile specifice de mediu (temeperatură, umiditate, altitudine etc.);
- Să stabilească, pe bază de criterii obiective, particularităţile specifice exploatării autovehiculelor în condiţiile de trafic din România;
- Să impună cerinţe clare privind calibrarea vehiculelor, în acord cu specificul pieţei româneşti, cu ocazia omologării de tip.

Din păcate însă, la noi, prioritare sunt, deocamdată, cerinţele regulamentelor internaţionale, în care nu se regăseşte, de multe ori, specificul naţional. În România, iniţiativa legislativă, în acest domeniu, este plasată undeva între ASRO (Asociaţia de Standardizare din ROmânia) şi RAR (Registrul Auto Român), acesta din urmă fiind un organism guvernamental cu specific auto clar, racordat însă prea rigid la regulamentele europene. Luând exemplul Americii, pare firesc, totuşi, ca în acest domeniu al standardizării să se implice, în modul cel mai autoritar, Societatea Inginerilor de Automobile din România (SIAR), un organism profesional, nonguvernamental şi nonprofit, similar organizaţiei SAE, care, cu siguranţă, în perspectiva următorilor ani, va trebui să aibă un cuvânt greu de spus şi în această privinţă.

5.2. Tendinţe strategice privind calibrarea vehiculelor

Evoluţia rapidă, pe plan mondial, a legislaţiei în domeniul poluării mediului, precum şi cerinţele mereu crescânde privind securitatea şi confortul pasagerilor, au făcut ca *mecatronica* să fie cheia succesului în toate aceste tendinţe din lumea automobilelor moderne. Aplicaţiile electronicii în domeniul concepţiei, tehnologiei, construcţiei, încercării, întreţinerii, reparării şi exploatării automobilului s-au extins în mod rapid, mai ales după anii '70, când s-au conceput microprocesoare rezistente la condiţii grele de mediu, specifice funcţionării pe automobil, dar mai ales datorită condiţiilor stricte în domeniul emisiilor poluante, imposibil de îndeplinit cu sistemele clasice. Succesele înregistrate de controlul electronic al instalaţiei de alimenatre cu benzină şi al instalaţiei de aprindere au încurajat trecerea la controlul întregului grup motopropulsor, după care au urmat aplicaţiile în sfera siguranţei pasagerilor şi a traficului, a confortului şi, mai nou, al navigaţiei rutiere. Toate acestea converg către o globalizare, indezirabilă uneori, a tot ce înseamnă electronica auto.

5.2.1. Computerizarea şi procesul de calibrare a vehiculelor

Este mai mult decât evident că, în strânsă legătură cu mecatronica automobilului, se vorbeşte tot mai mult, în ultima vreme, despre *generaţia software*, în domeniul automobilului. De fapt, însăşi procesul de calibrare vehicul presupune specialişti cu preocupări în domeniul calculatoarelor şi automobile “inteligente”. Autovehiculele moderne au început deja să utilizeze sisteme cu un înalt de control asupra motorului, acestea asigurând draivabilitate, economie de combustibil, siguranţă şi control al emisiilor conform standardelor OBD II, deja obligatorii şi în multe ţări europene. Un astfel de sistem presupune: arhitectură modulară, instrumente de dezvoltare rapidă a calibrării (RapidCal) şi sisteme de control tipizate.

Computerizarea, în domeniul calibrării vehiculelor, presupune, în plus, extinderea utilizării calculatorului pentru toată aparatura necesară procesului de calibrare, aceasta permiţând comasarea a cât mai multe funcţii pe un singur aparat. În achiziţia de date şi în testarea motoarelor, aproape toate problemele care apar sunt rezolvate, deja, cu instrumente de lucru complexe, instrumente manevrate cu ajutorul computerului. Totuşi, în acest domeniu, mai există încă un număr imens de soluţii individuale şi, uneori, incompatibile. Aceasta face schimbul de date dificil, combinând parţial sistemele şi comparând rezultatele. Aşa a apărut şi tendinţa de standardizare în acest domeniu, aspect despre care s-a amintit anterior.

5.2.2. Globalizarea şi procesul de calibrare a vehiculelor

Globalizarea are astăzi un mers frenetic şi se manifestă ca o forţă impresionantă de cerere şi ofertă la nivel mondial. Companiile care îşi vor regla viteza în acord cu această tendinţă de globalizare, vor descoperi primele această forţă enormă de schimbare, în favoarea lor. Cele care nu pot face însă, rapid, această reglare vor descopri că nu pot scăpa sau evita forţele competitive create de acest proces, manifestat în toate sectoarele de activitate [80].

Globalizarea, în cadrul procesului de calibrare a vehiculelor, apare ca o tendinţă monopolistă asupra a tot ce înseamnă *knowhow* în acest domeniu. Cuvântul *globalizare* se întâlneşte peste tot, cu înţelesuri dintre cele mai diverse. Elitele politice străine tratează însă globalizarea ca pe ceva inevitabil şi milostiv [40]. Mulţi oameni, în special americanii, văd globalizarea ca pe ceva care depăşeşte naţionalismul pentru a cuprinde întreaga diversitate a pieţelor globului. Dincolo de toate acestea însă, trebuie confirmată posibilitatea că globalizarea poate conduce, actual, naţiunile mai departe. Astfel, va fi mai uşor să se îndeplinească cerinţele de standardizare a proceselor şi a produselor. Furnizorii îşi pot face atunci testele în acord cu aceleaşi specificaţii, iar avantajul va fi că o validare acordată într-un anume loc va fi recunoscută oriunde în lume. Globalizarea elimină, aşadar, redundanţa, dezvoltarea, testarea şi validarea făcând procesul de calibrare vehicul mult mai eficient şi mai puţin costisitor pentru toţi. Realizarea acestui mare deziderat al marilor concerne, cum ar fi General Motors, presupune, de regulă, achiziţionare, *joint venture*, co-producţie, autorizare, precum şi alte structuri legale.

5.2.3. Strategia experimentelor efectuate

Prin programul de experimente abordat (v. anexa 2), program dezvoltat şi îmbunătăţit continuu, în funcţie de rezultatele parţiale obţinute, s-a urmărit atât o optimizare a timpului afectat testelor şi prelucrării datelor experimentale, cât şi a cheltuielilor aferente. Strategia de abordare a acestei lucrări, s-a dovedit a fi, în cele din urmă, una bine aleasă, ea bazându-se, în mare măsură, pe experienţa Daewoo, în acest domeniu, dar şi pe experienţa proprie a autorului.

Ca o concluzie generală, se poate aprecia că strategia experimentelor efectuate a avut un caracter deosebit de complex şi a reuşit, prin pârghii majore de originalitate, să evidenţieze în ce măsură se pot regăsi particularităţile specificului românesc în procesul de calibrare a vehiculelor, atât pentru încadrarea în normele europene de poluare, cât şi pentru obţinerea unor consumuri de combustibil mai mici.

6. CONTRIBUȚII PERSONALE

Printr-o bogată documentare și bazându-se pe experimente multiple, bine structurate și direcționate, autorul a încercat ca, în această lucrare, să surprindă cele mai importante aspecte vizând calibrarea aututurismelor din producția indigenă, pentru încadrarea în normele europene de poluare. S-a realizat, astfel, o abordare complexă și sistematică a problemelor, concretizată în trei categorii majore de rezultate:

1. Teoretizarea procesului de calibrare a vehiculelor;
2. Evidențierea particularităților calibrării autoturismelor din producția indigenă;
3. Elaborarea unor proceduri de testare specifice procesului de calibrare a vehiculelor.

În acest context, în cele ce urmează, vor fi sintetizate cele mai reprezentataive contribuții personale ale autorului, privind domeniul calibrării vehiculelor și, în mod special, privind calibrarea autoturismelor din producția indigenă. Deși experimentele au fost făcute, în totalitate, pe un autoturism Cielo 1.5DOHC, ele au fost astfel direcționate încât concluziile desprinse să fie reprezentative pentru toate autoturismele destinate pieței românești și nu numai.

6.1. Teoretizarea procesului de calibrare a vehiculelor

Principalele contribuții personale, privind teoretizarea procesului de calibrare a vehiculelor, sunt următoarele:

- Definirea noțiunii de *calibrare vehicul* și argumentarea consacrării acesteia în limbajul tehnic de specialitate, ca traducere a termenului englezesc sinonim, *vehicle calibration*;
- Structurarea și schematizarea procesului de calibrare a vehiculelor, ca procedură completă și simplificată;
- Definirea și consacrarea *ecuației succesului de piață*, ca instrument primar, de marketing, al abordării procesului de calibrare a vehiculelor;
- Definirea termenului de *draivabilitate* și argumentarea consacrării acestuia în limbajul tehnic de specialitate, ca traducere a termenului englezesc sinonim, *driveability*.

Prin toate aceste elemente de originalitate, aduse ca aport la teoretizarea procesului de calibrare a vehiculelor, autorul a încercat să evidențieze necesitatea de abordare *a Calibrării vehiculelor* ca pe o disciplină tehnică de specialitate, indispensabilă procesului de formare a viitorilor ingineri auto.

6.2. Particularitățile calibrării autoturismelor din producția indigenă

În domeniul identificării și cuantificării particularităților calibrării autoturismelor din producția indigenă, printr-o experimentare amplă, autorul a contribuit cu următoarele elemente de originalitate:

- Determinarea, ca medie ponderată de populația aferentă zonelor geografice reprezentative, a principalelor caracteristici de mediu, reprezentative pentru România (temperatura medie

multianuală, umiditatea medie multianuală, altitudinea medie și sarcina utilă medie), în ce privește procesul de calibrare a vehiculelor;
- Determinarea, experimental, a factorilor de corecție a consumului și a emisiilor, funcție de plaja de temperatură, umiditate și altitudine specifice României;
- Evidențierea curbelor de variație a emisiilor și a consumului, funcție de temperatură, umiditate și altitudine (pentru autoturismul studiat);
- Influența factorilor de mediu, specific românești, asupra emisiilor și a consumului (mersul în coloană și poluarea mediului cu fluor și oxizi de azot);
- Influența stilului de conducere, specific românesc, asupra emisiilor și consumului;
- Stabilirea unei metode originale de determinare a *consumului de exploatare*, reprezentativ pentru condițiile de trafic și de exploatare din România.

Toate aceste elemente de originalitate s-au bazat pe proceduri de testare bine fundamentate (unele standardizate, altele impuse de scopul urmărit). Sistemele de achiziționare a datelor au fost folosite în combinații și montaje diverse, pentru a corespunde cât mai bine necesităților de testare impuse. Alegerea traseelor reprezentative, pentru încercările în condiții normale de trafic (urban și extraurban), s-a făcut pe baza experienței Centrului Tehnic DWAR combinată cu interesul autorului de a atinge obiectivul urmărit, cu maximă operativitate și exactitate. Astfel, bazele de date achiziționate cu acesată ocazie pot constitui modele de referință pentru analiza traficului românesc actual.

6.3. Proceduri de testare specifice procesului de calibrare a vehiculelor

Pentru investigarea procesului de calibrare a vehiculelor, mai ales în ce privește particularitățile specificului românesc, autorul a recurs, adesea, la proceduri originale, cum ar fi:
- Procedura de determinare a emisiilor și a consumului pentru mersul în coloană;
- Procedura de determinare a emisiilor și a consumului pentru circulația la diverse altitudini;
- Procedura de determinare a emisiilor și a consumului pentru diverse ipostaze de poluare a mediului înconjurător;
- Procedura de determinare a *consumului de exploatare*, pentru condițiile de trafic din România;
- Procedura de evaluarea a draivabilității adaptată condițiilor de testare și de percepere, reprezentative pentru condițiile din România.

Desigur că toate aceste proceduri s-au bazat pe o bogată bibliografie în domeniu și s-au raportat, în permanență, la proceduri asemănătoare utilizate de firme și laboratoare de prestigiu precum General Motors, DWMC, AVL, Porsche, MIRA, Millbrook etc. S-au creat, astfel, premizele certe ale unei standardizări vizând calibrarea autoturismelor din producția indigenă.

6.4. Domenii de interes pentru cercetările viitoare

Dezvoltarea temei în discuție, vizând particularitățile calibrării autovehiculelor din producția indigenă sub aspectul normelor europene de poluare, necesită încă cerecetarea, în viitor, a o serie de domenii adiacente de interes, cum ar fi:
- Determinarea unui algoritm standard de evaluare a calibrării ECM-ului în acord cu specificul românesc, cu ocazia omologării de tip;

- Influența consumatorilor de putere (aer condiționat, servodirecție etc.) asupra emisiilor și consumului și evidențierea posibilităților de optimizare a parametrilor de setare ai ECM-ului, precum și a configurației sistemului de gestionare a motorului;
- Definirea structurii reprezentative a drumurilor românești, în ce privește calitatea suprafeței de rulare și evaluarea influenței acesteia asupra emisiilor și consumului în scopul calibrării optime a ECM-ului;
- Elaborarea unor softuri performante de evaluare obiectivă a draivabilității, atât în acord cu specificul autohton, cât și prin raportare la un standard european deja conturat (v. cercetările în domeniu ale firmei AVL, Austria);
- Investigarea stilului de conducere, ca factor major de influență a emisiilor și a consumului;
- Valorificarea rezultatelor experimentale, sub aspectul cercetării posibilităților viitoare de îmbunătățire a draivabilității, în condiții extreme de exploatare, specifice României.

Pentru toate aceste direcții majore de cercetare viitoare, precum și pentru multe altele de acest gen, această lucrare va constitui, cu siguranță, o referință bibliografică bogat documentată, cu rezultate experimentale complexe, din a căror investigare se pot desprinde, în continuare, concluzii interesate și se pot găsi soluții eficiente pentru multe probleme vizând procesul de calibrare a vehiculelor, îndeosebi a autoturismelor din producția indigenă.

oooOOOooo

BIBLIOGRAFIE

1. **ABĂITANCEI, D.** ş.a. – *Motoare pentru automobile şi tractoare*, vol. 2. Editura Tehnică, Bucureşti, 1980.
2. **ALBOTEANU, R.** ş.a. – *Determinarea analitică şi experimentală a coeficienţilor de debit.* ESFA '98, Universitatea Politehnica din Bucureşti, 1998.
3. **ALLEN, W.J.** – *Calibration Development with Production Intent Electronic Control Units.* SAE paper no. 2000-01-1241, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
4. **ANDERSON, D.** – *Standardization.* Internet, http://www.build-to-order-consulting.com/Standardization.htm, Build-to-Order Consulting, 06.12.2000.
5. **ARAMĂ, C.** ş.a. – *Automobilul de la A la Z.* Editura Militară, Bucureşti, 1985.
6. **BARZEV, K.** – *An Attempt for Modelling of SI Engine's Performance and Emissions and their Influence from Humidity*. ESFA '98, Universitatea Politehnica din Bucureşti, 1998.
7. **BARABÔS, I.** ş.a. – *Cercetări teoretice privind influenţa ozonizării asupra parametrilor energetici ai MAI.* CAR 2000, Piteşti, 16-17 Nov. 2000.
8. **BECHBERGER, P.** – *Flexibility is the Key.* dSPACE, Germania, 1999.
9. **BLAJ, C.D.** – *Comportamentul la volan.* Editura Medicală, Bucureşti, 1982.
10. **BOBESCU, Gh.** ş.a. – *Tehnici speciale pentru reducerea consumului de combustibil şi limitarea noxelor la autovehicule.* Universitatea din Braşov, 1989.
11. **BOBESCU, Gh.** ş.a. – *Motoare pentru automobile şi tractoare, vol III. Economie şi ecologie*. *Surse energetice alternative.* Editura Tehnica-Info, Chişinău, 2000.
12. **BOHACZ, R.T.** – *On Board Diagnostics.* Internet, http://www.cs.fredonia.edu/~stei0302/WWW/DAKOTA/OBD2/obd2_high.html, 12.06.2000.
13. **BOOT, R.** ş.a. – *Automated Test of ECUs in a Hardware-in-the-Loop Simulation Environment.* ASIM 98, Zürich, Elveţia, 15-18 Sep. 1998.
14. **BOTTI, J.J.** şi **MILLER, C.E.** – *Powertrains of the Future: Reducing the Impact of Transportation on the Environment.* SAE paper no. 1999-01-0991, Michigan, SUA, 1999.
15. **BRAMBILLA, E.** – *Pericolo invisibile*. În revista "Quattroruote", nr. 3/1999, pag. 228-231.
16. **BURNS, J.** şi **CHENVALGA, S.** – *Integrated Motor Drive Unit A Mechatronics Packaging Concept for Automotive Electronics*. SAE paper no. 2000-01-0132, Michigan, SUA, 2000.
17. **CARLEY, L.** – *Understanding OBDII: Past, Present & Future.* Internet, http://members.aol.com/carpix256/library/us796obd.txt, 12.06.2000.
18. **CHEVALIER, A.** ş.a. – *On the Validity of Mean Value Engine Models During Transient Operation*. SAE paper no. 2000-01-1261, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
19. **CIOBANU, E.** – *Standarde din domeniul calităţii, specifice domeniului auto*. În revista "RIA", nr.2, pag. 28-36, SIAR, Bucureşti, 1998.
20. **COFARU, C.** ş.a. – *Autovehiculul şi mediul.* Editura Universităţii Transilvania, Braşov, 1999.
21. **CRISTEA, D.** ş.a. – *Economicitate şi depoluare*. Universitatea Piteşti, 1995.
22. **CRISTEA, D.** – *Sisteme speciale ale automobilelor şi motoarelor.* Editura Universităţii din Piteşti, 1999.
23. **CRIŞAN, V.** – *Trafic rutier. Fluenţă şi siguranţă maximă, poluare minimă.* Editura Facla, Timişoara, 1983.
24. **DANCIU, Gr.** – *Perspective în construcţia sistemelor electrice de alimentare ale automobilelor*. În revista "RIA", nr. 3-4, pag. 11-14, SIAR, Bucureşti, 1997.
25. **DATCULESCU, O.** – *Evaluarea scenarizată a evoluţiei emisiilor de gaze cu efect de seră generate de traficul rutier în România.* ESFA, Universitatea Politehnica din Bucureşti, 1998.
26. **DEGOBERT, P.** – *Automobiles and pollution.* Editions Technip, Paris, 1995.
27. **DE VOS, G.W.** şi **HELTON, D.E.** – *Migration of Powertrain Electronics to On-Engine and On-Transmission.* SAE paper no. 1999-01-0159, Detroit, Michigan, SUA, 1999.

28. **DRUŢĂ, Gh.** şi **TABACU, A.** – *Un studiu al legislaţiei actuale din Europa în privinţa limitelor pentru concentraţiile de noxe din gazele de evacuare ale automobilelor.* CAR 2000, Piteşti, 16-17 Nov. 2000.
29. **DRUŢĂ, Gh.** şi **VĂDUVA, Gh.** – *Implementation Strategy of a Single Point Fuel Injection System on 1.6L DACIA Passenger Car Engine.* SIAR Technical Paper, The 17th International Conference – Automotive Engineering for Better Quality of Life. Constanþa, 11 iunie 1999.
30. **DUMITRESCU, C. şi OPREA, B.** – *The influence of spark advance and A/F ratio regarding emissions and fuel economy during urban phase of Euro II cycle.* CONAT '99, Braşov.
31. **FRUEHLING, T.L.** – *Delphi Secured Microcontroller Architecture.* SAE paper no. 2000-01-1052, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
32. **FULCHER, S.K.** ş.a. – *The Effects of Fuel Atomization, Vaporization, and Mixing on the Cold-Start UHC Emissions of a Contemporary S.I. Engine with Intake-Manifold Injection*. SAE paper no. 952482, SUA, 1995.
33. **GHODBANE, M.** – *On Vehicle Performance of a Secondary Loop A/C System*. SAE paper no. 2000-01-1270, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
34. **GEBHARD, B.** şi **RAPPL, M.** – Requirements Mnagement for Automotive Systems Development. SAE paper no. 2000-01-0716, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
35. **GRIEVE, M.J.** şi **HIMES, E.G.** – *Advanced Canister Purge Algorithm with a Virtual [HC] sensor*. SAE paper no. 2000-01-0557, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
36. **GRÜNWALD, B.** – *Teoria, calculul şi construcţia motoarelor pentru autovehicule rutiere*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1989.
37. **HANCOCK, B.** – *Common Sense in Engine Development.* Internet, http://135.145.62.220/ support-engdyno-hancock-paper.htm, SuperFlow, AETC, SUA, 1990.
38. **HANCOCK, B.** – *Uncommon Sense in Engine Development.* Internet, http://135.145.62.220/ support-engdyno-hancock-paper.htm, SuperFlow, AETC, SUA, 1997.
39. **HANSELMANN, H.** – *Development Speed-Up for Electronic Control Systems.* DSPACE GmbH, Paderborn, Germania, 1998.
40. **HART, D.** – *Globalization of Automotive Specifications.* Internet, http://www.afonline.com/articles/98win04.html, General Motors Co, detroit, Michigan, SUA, 06.12.2000.
41. **HAYER, G.** şi **GHEORGHIŞOR, M.** – *Ameliorarea calităţii carburanţilor – un factor esenţial în lupta contra poluării mediului.* CAR 2000, Piteşti, 16-17 Nov. 2000.
42. **HERRICK, P.** – *Chassis Component Test Specification Development. Rationale and Methodology.* DWMC, WTC, Anglia, 1996.
43. **HILOHI, C.** ş.a. – *Metode şi mijloace de încercare a automobilelor*. Editura tehnică, Bucureşti, 1982.
44. **HOFBAUER, P.** – *Improvement of Automobile Fuel Consumption Using Turbodyne Technology*. Internet, http://www.turbodyne.com/improvefuel.html, Turbodyne, 15.11.2000.
45. **HUBLIN, M.** – *Reformulation des carburants et émission automobiles.* În revista "Ingénieurs de l'Automobile", Oct. 1997, pag. 30-34.
46. **IORDACHE, L.** ş.a. – *Study of Emisssions Using an EGR Valve on Daewoo 1.5L DOHC Engine*. În revista "RIA" nr. 4/1999, pag. 29-33, SIAR, Bucureşti.
47. **IVAŞCU, A.** – *Aspecte moderne privind conceptul de calibrare a autovehiculelor*. Referat de doctorand, Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea de Mecanică, 30 nov. 1999.
48. **IVAŞCU, A.** – *Effects of Using Unleaded Gasoline on the Designed and Calibrated Cars for Leaded Gasoline.* The IX-th International Conference CAR 2000, Universitatea din Piteşti, 16-17 nov. 2000.
49. **IVAŞCU, A.** – *Investigations Concerning the Calibration of Cielo Cars with Dual Fuelling – Gasoline/LPG.* The VIII-th International Conference CONAT '99, Universitatea Transilvania din Braşov, 11-12 nov. 1999.
50. **IVAŞCU, A.** – *Metodologia şi aparatura pentru calibrarea m.a.s. de autoturisme.* Referat de doctorand, Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea de Mecanică, 30 Oct. 2000.
51. **IVAŞCU, A.** – *New Perspectives Regarding Vehicles Calibration.* SIAR Technical Paper, The 17th International Conference – Automotive Engineering for Better Quality of Life. Constanţa, iunie 1999.
52. **IVAŞCU, A.** – *Strategia procesului de calibrare a autoturismelor propulsate de m.a.s*. Referat de doctorand, Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea de Mecanică, 30 mai 2000.
53. **JEONG, C.** – *EMS Development.* DWMC, BTC, Inchon, Coreea de Sud, 1997.

54. **KIFFMEIER, U.** ș.a. – *Real-Time Simulation of a 3-D Vehicle Dynamics Model on the DEC Alpha Processor.* dSPACE GmbH, Paderborn, Germania, 1998.
55. **KRENZ, R.A.** – *Vehicle Response to Throttle Tip-In/Tip-Out*. SAE paper no. 850967, Detroit, Michigan, SUA, 1985.
56. **LARSON, K.E.** – *Class 2 (J1850) Transceiver Bit Timing: The Impact of Propagation Delay & Output Voltage Slew Rate*. SAE paper no. 2000-01-0147, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
57. **LI, J.Z**. ș.a. – *Flow Simulation of a Direct-Injection Gasoline Diaphragm Fuel Pump with Structural Interactions.* SAE paper no. 2000-01-1047, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
58. **LIN, C.** ș.a. – *The Effect of Changes in Ambient and Coolant Radiator Inlet Temperatures and Coolant Flowrate on Specific Dissipation.* SAE paper no. 2000-01-0579, Detroit, Michigan, 2000.
59. **LUBESKI, A.** – *Real-Time Catalytic Converter Temperature Estimator in the Powertrain Controller*. SAE paper no. 2000-01-0651, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
60. **MARINCAȘ, D.** ș.a. – *Combustibili, lubrifianți și materiale speciale pentru automobile*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
61. **MĂNOIU, I.D.** – *Fișier auto-moto și de circulație rutieră.* Editura Tehnică, București, 1988.
62. **McFARLAND, J.** – *The Performance Professor.* Internet, wysiwyg://43/http://performanceprofessor.com/, 18.01.2000.
63. **McKAY, D.** ș.a. – *Delphi Electronic Throttle Control Systems for Model Year 200; Driver Features, Systems for Security, and OEM Benefits. ETC for the Mass Market*. SAE paper no. 2000-01-0556, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
64. **MOCANU, M.** și **LUNGU, V.** – *Circuit VLSI creat pentru controlul autovehiculului.* În revista “RIA“, nr.2, pag. 24-27, SIAR, București, 1998.
65. **NAGY, T.** și **SĂLĂJAN, C.** – *Exploatarea și tehnica transportului auto.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
66. **NEAGOE, D.** – *Contribuții teoretice și experimentale la studiul stabilității și maniabilității autoturismelor de fabricație românească în vederea îmbunătățirii acestora. Teză de doctorat*. Universitatea Transilvania din Brașov, 2000.
67. **NEGREA, V.D.** ș.a. – *Evaluarea prin calcul a noxelor eșapate de motoarele cu aprindere prin scânteie*. ESFA ’98, Universitatea Politehnica din București, 1998.
68. **NEGRUȘ, E.** ș.a. – *Încercarea autovehiculelor*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
69. **NEWTON, K.** ș.a. – *The Motor Vehicle.* SAE International, SUA, 1996.
70. **OLIN, P.M.** și **MALONEY, P.J.** – *Barometric Pressure Estimator for Production Engine Control and Diagnostics*. SAE paper no. 1999-01-0206, Detroit, Michigan, SUA, 1999.
71. **OLIVER, D.J**. – *Implementing the J1850 Protocol.* Intel Co, SUA, 1996.
72. **OPREA, B**. ș.a. – *Modifications of Daewoo Engines for Euro 2000 Standards.* CAR 2000, Pitești, 16-17 Nov. 2000.
73. **RADU, Gh.** și **ISPAS N.** – *Calculul și construcția instalațiilor auxiliare ale autovehiculelor.* Universitatea din Brașov, 1988.
74. **RĂDULESCU, G.A. și PETRE, I.** – *Combustibili, uleiuri și exploatarea autovehiculelor.* Editura Tehnică, București, 1986.
75. **REDDING, B**. – *Have You Heard About OBD III?* Internet, http://www.asashop.org/autoinc/may/Obd_iii.htm, 12.06.2000.
76. **RIECK, J.S**. ș.a. – *OBD-II performance of three way catalysts.* În revista “Automotive Engineering International”, pag. 33-35, SUA, iulie 1998.
77. **SCHOLL, H**. – *Electronics In Vehicles.* Robert Bosch GmbH, Germania, 1996.
78. **SELLNAU, M.C.** ș.a. – *Cylinder-Pressure-Based Engine Control Using Pressure-Ratio-Management and Low-Cost Non-Intrusive Cylinder Pressure Sensors.* SAE paper no. 2000-01-0932, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
79. **SHEPPERD, F.** – *What is Globalization?* Internet, http://www.quadralgroup.com/ globis.htm, The Quadral Group, Ltd, 05.12.2000.
80. **SIROKY, M.** – *Br2VDU Control and Measurement System for the Universal Chassis. MEZservis 2VDU – E120 Dynamometer.* Version 3.0. Bristle, Cehia, 1997.
81. **STELESCU, D.** – *Mașina inteligentă – soluția viitorului*. În revista “Auto Mondial”, nov. 1996, pag. 44-45, București.

82. **STOIANOVICI, M.** – *Cercetări teoretice şi experimentale privind construcţia şi tehnologia de realizare a sistemelor catalitice antipoluare pentru motoarele de automobile.* Teză de doctorat. Universitatea Transilvania, Braşov, 1997.
83. **STRATULAT, M.** şi **COPAE, I.** – *Alimentarea motoarelor cu aprindere prin scânteie*, vol. 1. Editura tehnică, Bucureşti, 1992.
84. **SVOBODA, M.H.** – *Comparison of Air Meter Interface Strategies for Engine Management Systems*. SAE paper no. 2000-01-0546, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
85. **TĂNĂSESCU, T.** ş.a. – *Agenda tehnică.* Editura Tehnică, Bucureşti, 1981.
86. **THOMPSON, S.** şi **McCARTHY, J.B.** – *Sulfur in Gasoline.* Internet, http://cnie.org/nle/eng-51.html, 27.10.2000.
87. **VLAD, C.A.** – *Un viitor mai curat.* În revista "Auto Test", nr. 53, pag. 26-27, Bucureşti, 2000.
88. **WARD, D.K.** şi **FIELDS, H.L.** – *A Vision of the Future of Automotive Electronics*. SAE paper no. 2000-01-1358, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
89. **WENDEKER, M.** ş.a. – *A Stochastic Model of the Fuel Injection of the SI Engine*. SAE paper no. 2000-01-1088, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
90. **WICHMANN, B.** – *NPL: Software in Scientific Instruments*. Internet, http://www.npl.co.uk/npl/sections/this/publications/goodpg/node1.html, Anglia, 15.02.2000.
91. **WOJIK, K.** şi **FRAIDL, G.K.** – *Engine and Vehicle Concepts for Low Consumption and Low-Emission Passenger Cars.* AVL List Gmbh, P1302, Austria, 1998.
92. **WOLLUM, D.** – *High Altitude Manual.* Internet, http://www.saabclub.com/242/altitude.htm, Saab, SUA, 09.01.2001.
93. **YOO, I.N.** ş.a. – *An Engine Coolan Temperature Model and Application for Cooling System Diagnosis*. SAE paper no. 2000-01-0939, Detroit, Michigan, SUA, 2000.
94. *** * * -** *1996 Daewoo 1.8L Port Fuel Injection XDE-8149. Software P1896AXZ.* Delco Electronics Co, SUA, 1995.
95. *** * * -** *1997 Daewoo 1.5L P0497CXZ Port Fuel Injection Flowcharts.* Delco Electronics Co, SUA, 19 Aug. 1996.
96. *** * * -** *Accel/DFI Systems*. Internet, http://www.force-efi.com/dfi.htm, 11.06.2000.
97. *** * * -** *ACDelco Vehicle Operations and Maintenance Program.* Internet, http://www.apaa.org/delco/kyv/vob1.htm, ACDelco, SUA, 20.10.1998.
98. *** * * -** *Analog-to-Digital Converters.* Internet, http://www.globalspec.com/RefLibrary/docs/Analog2Digital.htm, Biodata Ltd, Anglia, 30.10.2000.
99. *** * *** - *Autoclassroom.com Glossary*. Internet, http://autoclassroom.com/glossary/d.html, 20.02.2001.
100. *** * * -** *Automobiles and Light Trucks.* Internet, http://www.epa.gov/oms/ld-hwy.htm, EPA, OMS, SUA, 17.05.1999.
101. *** * * -** *Automotive ECU Development.* Internet, http://www.dspace.de/en/Applicant/ Vcycle.htm, dSPACE, 24.07.2000.
102. *** * * -** *Automotive Electric/Electronic Systems.* Bosch, Stuttgart, Germania, 1994.
103. *** * * -** *Automotive Electronics Glossary.* Internet, http://www.siemensauto.com/glossaries/electronics_glossary.html, Siemens, 22.02.2000.
104. *** * * -** *Automotive Emission Training for Emissions Ontario*. SUA, 1996.
105. *** * *** - *Automotive Handbook*. Bosch, Germania, 1993.
106. *** * *** - *BABUC Instruments to Measure Physical Quantities. Owner's Manual.* Laboratori di Instrumentazione Industriale, Italia, 1997.
107. *** * * -** *Binding Specification.* OSEK/VDX, Specification BD 1.1, Germania, 06.09.2000.
108. *** * * -** *Borghi & Saveri FE-260-S Manual.* Borghi & Saveri, Italia, 1996.
109. *** * * -** *Cars and Their Environmental Impact.* Internet, http://www.environment.volvocars.com/ch1-2.htm, Volvo, SUA, 1998.
110. *** * *** - *C Definitions.* Internet, http://graphix2.larc.nasa.gov/gs/glossary/definitions/c.html, NASA, SUA, 29.02.2000.
111. *** * *** - *Chassis Dynamometer Systems for Exhaust Emission Analysis*. Zöllner, Austria, 1997.
112. *** * *** - *Comunication.* OSEK/VDX, Specification COM 2.2.1, Germania, 06.09.2000.
113. *** * *** - *Conventional Fuels.* În revista "Automotive Environment Analyst", nr.37, pag. 4-5, FT, Londra, 1998.

114. * * * - *Counter Pro Course.* Internet, http://www.autotune.com/cprotest/cproidx.html, BWD Automotive, 29.12.1999.
115. * * * - *Daewoo New Models (T/J/V/M – 100 Series).* Daewoo Co, Product Planning Team, Coreea de Sud, Seoul, Martie 1996.
116. * * * - *Data Acquisition Techniques.* Internet, http://www.globalspec.com/RefLibrary/docs/DataAcq.htm, Biodata Ltd, Anglia, 30.10.2000.
117. * * * - *Delco Know Your Vehicle – The Engine.* Internet, http://www.weekendmechanicsclub.com/ACDelco/vob1.htm, ACDelco, 07.09.1999.
118. * * * - *Documentaţia tehnică a automobilelor Daewoo Cielo*. Daewoo Automobile România, Craiova, 1996 ... 2001.
119. * * * - *dSPACE Products – Simulator*. dSPACE GmbH, Paderborn, Germany, Internet, http://www.dspace.de/en/Products/Simulato.htm, 01 septembrie 2000.
120. * * * - *dSPACE – Automotive ECU Development*. dSPACE GmbH, Paderborn, Germany, Internet, http://www.dspace.de/en/Applicant/Vcycle.htm, 01 sept. 2000.
121. * * * - *ECM Sectrets & Tuning Hints.* Internet, http://www.thrasher-ep.com/Chips_htm/cal_hints.htm, Thrasher Engineered Performance, SUA, 11.08.2000.
122. * * * - *EDS-T-1005, Road Load Performance Test Procedure*. DWMC, BTC, Inchon, Coreea de Sud, 12.10.1989.
123. * * * - *EDS-T-1013, Engine Durability Test (Mixed Cycle Test).* DWMC, BTC, Inchon, Coreea de Sud, 1997.
124. * * * - *EDS-T-1019. Full-Load Performance Test Procedure*. Daewoo Motor Co., Bupyong Technical Center (BTC), Coreea de Sud, 1988.
125. * * * - *EDS-T-1063. Full-Load High Speed Test*. Daewoo Motor Co., Bupyong Technical Center (BTC), Coreea de Sud, 1997.
126. * * * - *EDS-T-1111, Fuel Injection Test.* DWMC, BTC, Coreea de Sud, 31.08.1998.
127. * * * - *EDS-T-1403, Engine Exhaust System Measurement Method.* DWMC, BTC, Coreea de Sud, 28.09.1990.
128. * * * - *EDS-T-1404, Engine Exhaust Gas Measurement Method*. DWMC, BTC, Coreea de Sud, 13.07.1993.
129. * * * - *EDS-T-1454, A/F Ratio Analysis Procedure Through Vehicle Emission Test.* DWMC, BTC, Coreea de Sud, 30.07.1998.
130. * * * - *EDS-T-1501, Engine Dynamometer Calibration Procedure.* DWMC, BTC, Coreea de Sud, 25.07.1997.
131. * * * - *EDS-T-1709. Basic Calibration Test Procedure*. DWMC, BTC, Coreea de Sud, 06.11.1998.
132. * * * - *EDS-T-5005, EMC – Component Test Procedure Susceptibility to Electrostatic Discharge.* DWMC, BTC, Coreea de Sud, 13.07.1991.
133. * * * - *EDS-T-5006, EMC – Component Test Procedure Susceptibility to Conducted Sinusoidal Bursts.* DWMC, BTC, Coreea de Sud, 10.08.1993.
134. * * * - *EDS-T-5110, Low Temperature Starting Performance and Cranking Test Method of Gasoline Engine.* DWMC, BTC, Coreea de Sud, 09.12.1994.
135. * * * - *EDS-T-8502, Maximum Speed Performance Test of Vehicle*. DWMC, BTC, Coreea de Sud, 31.10.1991.
136. * * * - *EDS-T-8504, Accelertaion Performance Test of Vehicle*. DWMC, BTC, Coreea de Sud, 25.01.1994.
137. * * * - *EDS-T-8525, M/T Driveability Test – Subjective Evaluation*. DWMC, BTC, Coreea de Sud, 08.08.1991.
138. * * * - *EDS-T-8530, Noise Evaluation, Idle Rattle (Manual transmission).* DWMC, BTC, Coreea de Sud, 25.05.1996.
139. * * * - *EDS-T-8604, Acceleration Performance Test of a Vehicle.* DWMC, BTC, Coreea de Sud, 05.01.1991.
140. * * * - *EDS-T-9205. Vehicle Durability Test Procedure*. Daewoo Motor Co., Bupyong Technical Center (BTC), Coreea de Sud, 1994.
141. * * * - *EDS-T-9340, Evaluation of Noise & Vibration at Idle*. DWMC, BTC, Coreea de Sud, 14.08.1996.

142. * * * - *EEC Handbook – Ford Fuel Injection and EEC iV Electronic Engine Control – EEC 4.* Internet, http://www.dalidesign.com/hbook/hb6.html, DaliDesign, 20.11.1998.
143. * * * - *EFI Technology*. Internet, http://www.obr.dk/, 25.05.1999.
144. * * * - *Emissions Standards Passenger Cars Worldwide*. Delphi Automotive Systems, Delphi Technical Center Luxembourg, Anglia, Oct. 1996.
145. * * * - *Emissions unitaires des véhicules routiers.* Internet, http://www.urf.asso.fr/theme/ air1f.htm, Union Routiere de France, 1997.
146. * * * - *Endurance run Daewoo Cielo 1.5l MPI. Test Report no. 16155.* Porsche, 1994.
147. * * * - *Energy & Engine Management Systems.* Delphi Automotive Systems, SUA, 1998.
148. * * * - *Engine Calibration.* Internet, http://www.fev-et.com/03eng/03pa/e_pa_ca.html, 06.11.2000.
149. * * * - *Engine Dyno Test Tips.* Internet, http://www.superflow.com/support-engdyno-tt.htm, Superflow, SUA, 01.06.2000.
150. * * * - *Engine Management Systems ASIAN Series.* Internet, http://www.autodatapubs.com/usa/eman/text/emna1tx.htm, Autodata, Hudston, SUA, 1999.
151. * * * - *Engine Simulator.* dSPACE, Paderborn, Germania, 2000.
152. * * * **-** *Espero. Manual de reparaþie*, vol. 2, RODAE Automobile, Craiova, 1996.
153. * * * - *Fuel Injector Technical Information.* RC Engineeing, SUA, Internet, http://www.rceng.com/technical.htm, 06.11.2000.
154. * * * **-** *Frequently Asked Questions about SuperFlow's SF-901.* Internet, http://www.superflow.com/support-engdyno-faq.htm, SuperFlow, SUA, 01.06.2000.
155. * * * - *Fuel Pressure Adjustment and Injector Sizing.* Isuzu Automotive Performance Tuning Page, Internet, http://www.isuzuperformance.com/isupage/ tech/injsize.html, 07.11.2000.
156. * * * - *Gasoline Direct Injection.* Internet, http://www.mitsubishi-motors.co.jp/GDI2000/ index.htm, Mitsubishi Motors Co, Feb. 1998.
157. * * * - *Gasolines – Technical Review.* Internet, http://www.horizon.bc.ca/f1gastech.htm, 23.11.1998.
158. * * * - *General Durability Test.* Millbrook, Anglia, 1996.
159. * * * - *General Engine Management Systems*. Internet, http://www.gems.co.uk, GEMS, Anglia, 25.05.1999.
160. * * * - *Giullespie Ford Glossary.* Internet, http://www.gillespieford.com/glossD_H.htm, 20.02.2001.
161. * * * - *GM Port Injection.* Internet, http://www.fuelinjection.com/portinj.html, 11.06.2000.
162. * * * - *GME Test Procedure No. L-6-3. Cold start and cranking tests on spark ignition engines.* General Motors, SUA, 09.10.1989.
163. * * * - *GMUTS No. R1-6-4. Cold engine driveability – Subjective evaluation.* General Motors, SUA, iunie 1987.
164. * * * - *GMUTS No. R2-6-4. Warmed-up engine driveability – Subjective evaluation*. General Motors, SUA, iunie 1987.
165. * * * - *Hardware-In-the-Loop (HIL) Facilities & Test Resources.* Applied Dynamics International (ADI), Michigan, SUA, Internet, http://www.eglin.af.mil/46tw/TS/tsw/ areas/hil.htm, 01 sept. 2000.
166. * * * - *How do I calibrate my dynamometer?* Internet, http://135.145.62.220/ support/support-engdyno-ts-calibration.htm, SuperFlow, SUA, 08.11.2000.
167. * * * - *Instruction Manual for the Automatic 10 Point Gas Divider.* CAI, SUA, 1996.
168. * * * - *Instruction Manual for the Propane Verification System. PVS-1A (Single Orifice).* CAI, SUA, Mai 1997.
169. * * * - *ISO 8178-1:1996. Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement. Part 1: Test-bed measurement of gaseous and particulate exhaust emissions.* Geneva, 15.08.1996.
170. * * * - *Modular Development System. Reference Guide.* Delco Electronics Co, 1996.
171. * * * - *Network Management. Concept and Application programming Interface.* OSEK/VDX, Specification NM 2.5.1, Germania, 31.05.2000.
172. * * * - *New Vehicle Evaluation Project.* Internet, http://www.ott.doe.gov/otu/field_ops /nve/index.html, DOE, Alternative Fuel Data Center, SUA, 08.11.2000.
173. * * * - *OBD II Explained. Internet*, http://www.vru.com/carshow/obd2.html, 15.09.1999.
174. * * * - *Operating Instructions: CLD PM-2000.* Pierburg, Germania, 1995.

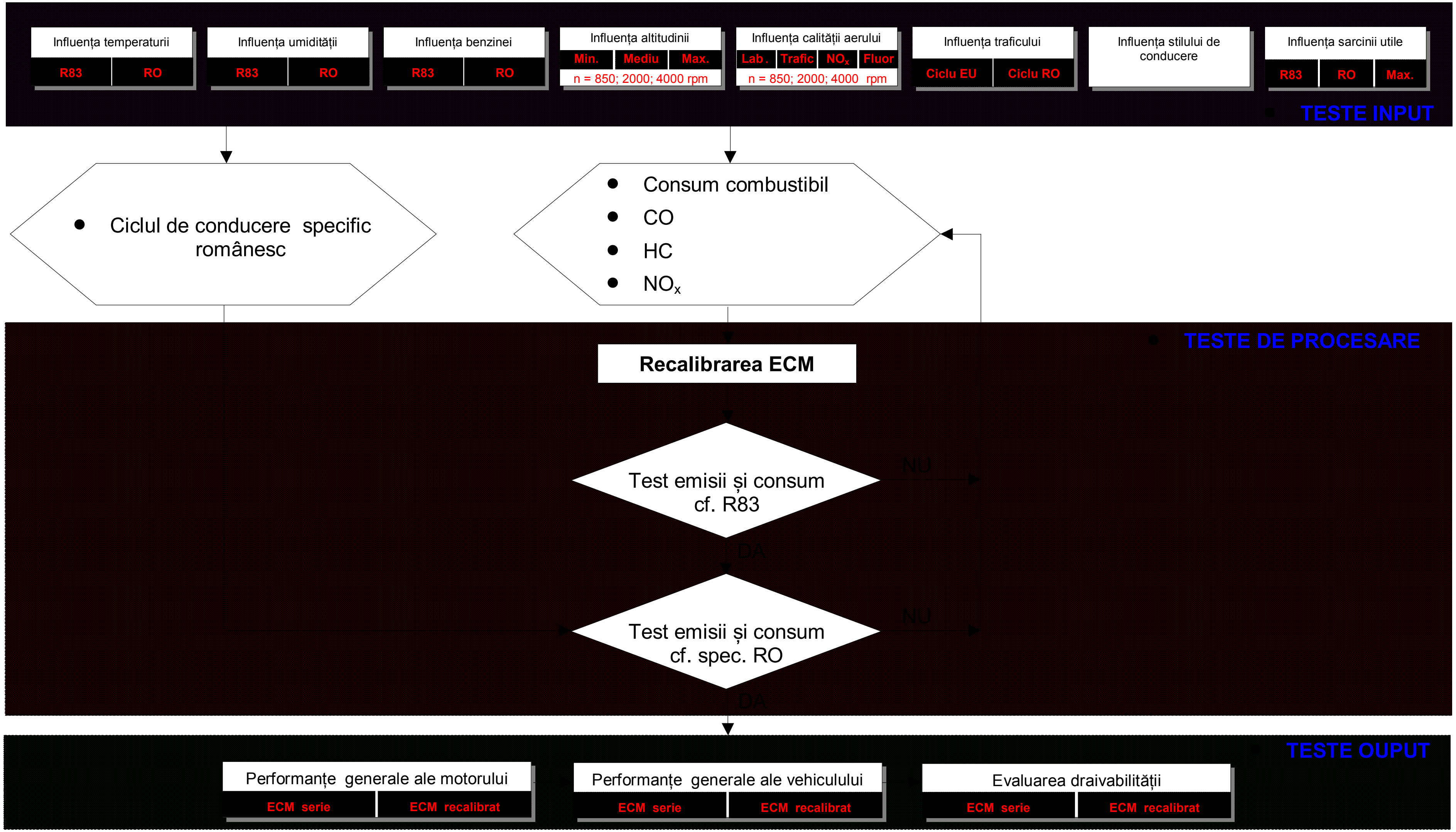
175. * * * - *Operating Manual. 48" Chassis Dynamometer for Exhaust Emission Analysis on Passenger Cars with Man Machine Interface – MMI.* Zollner, Austria, 1997.
176. * * * - *Operating Manual Analyzer FID PM-2000*. Pierburg, Germania, 1997.
177. * * * - *Operation Manual. BINOS 1000, Microprocessor-Controlled Gas Analyzer.* Rosemount, Germania, 1992.
178. * * * - *Operating Manual. Data Aquisition System – Davit*, Datron, 1999.
179. * * * - *Operating Manual. Datalogger - µEEP 20*, Datron, 1998.
180. * * * - *Operating Manual. Noncontact Speedometer – DLS1*, Datron, 1998.
181. * * * - *Operating Manual RPR 2000 – Chassis Dyno Test Cell Computer.* Pierburg, Germania, Ediþia 1996.
182. * * * - *Operating System.* OSEK/VDX, Specification OS 2.1, Germania, 06.09.2000.
183. * * * - *Pollution Prevention & Abatement Handbook.* World Bank, 1997.
184. * * * - *Pollution: une piece aux nombreux rebondissements.* În revista "RTA", nr. 601, pag. 31-55, Paris, 1999.
185. * * * - *Powertrain Durability Test, D14T/M.* Millbrook, Anglia, 1996.
186. * * * - *Rendiconto ambientale Fiat 1998.* FIAT, Italia, 1999.
187. * * * - *Regulamentul nr. 83.02/1995. Prescripții uniforme privind omologarea vehiculelor în ce privește emisiile de gaze poluante ale motorului în funcție de cerința motorului privind combustibilul.* Traducere RAR București, martie 1996.
188. * * * - *Regulamentul nr. 85/1990. Prescripții uniforme referitoare la omologarea motoarelor cu ardere internă destinate propulsării autovehiculelor din categoriile M și N în ce privește măsurarea puterii nete.* Traducere RAR București, martie 1996.
189. * * * - *SAE J245, Engine Rating Code – Spark Ignition.* SAE, SUA, 1973.
190. * * * - *Scanner-11 Operation Manual.* DWMC, Seoul, Coreea de Sud, 1994.
191. * * * - *Sensors*. În revista "Automotive Engineering International", pag. 37-48, Sep. 1999.
192. * * * - *STAS 863-85. Lucrări de drumuri. Elemente geometrice ale traseelor. Prescripții de proiectare.* Institutul Român de Standardizare, București, 01.11.1985.
193. * * * - *SR 6926-11, Vehicule rutiere. Metode de încercare. Măsurarea vitezei minime și a timpilor de accelerare.* ASRO, București, aprilie 1999.
194. * * * - *SR ISO 1585, Vehicule rutiere. Cod de încercare a motoarelor. Putere netă*. Institutul Român de Standardizare (IRS), București, 1998.
195. * * * - *Standardization of Automation. Measuring and ECU Calibration Systems.* Internet, http://www.gfs-ac.de/english/staumecs.htm, STAUMCS, Germania, 05.12.2000.
196. * * * - *STAS 4032/1-90. Lucrări de drumuri. Terminologie.* Institutul Român de Standardizare, București, 01.02.1990.
197. * * * - *STAS 4032/2-92. Tehnica traficului rutier. Terminologie.* Institutul Român de Standardizare, București, Decembrie 1992.
198. * * * - *STAS 6926/10-82. Vehicule rutiere. Metode de încercare. Măsurarea consumului de combustibil.* Institutul Român de Standardizare, București, 01.06.1982.
199. * * * - *STAS 10144/3-91. Străzi. Elemente geometrice. Prescripții de proiectare.* Institutul Român de Standardizare, București, 01.02.1990.
200. * * * - *STAS 10680-89. Autovehicule. Puterea brută a motoarelor. Metoda de încercare pe banc.* Institutul Român de Standardizare, București, 01.08.1989.
201. * * * - *STAS 11369/1-88. Vehicule rutiere. Determinarea emisiilor poluante. Limite admise și metode de încercare pentru vehicule cu masa până la 3500 kg.* Institutul Român de Standardizare, București, 01.09.1988.
202. * * * - *STAS 12880-90. Motoare cu ardere internă, cu piston. Metoda de măsurare a nivelurilor de zgomot.* Institutul Român de Standardizare, București, 01.08.1990.
203. * * * - *Subjective Evaluation of Vehicle Chassis Dynamics. Procedures & Terminology.* Lotus Cars Ltd, 1993.
204. * * * - *SuperFlow SF-742/DAC740. Instruction Manual.* SuperFlow Co, SUA, 1990.
205. * * * - *System Generation. OIL: OSEK Implementation Language.* OSEK/VDX, Specification OIL 2.2, Germania, 06.09.2000.

206. * * * - *The Dynamometer Experts*. Internet, http://www.dynesystems.com/, Dyne Systems Co, 18.10.1999.
207. * * * - *The EMS Information Site on CAN.* Internet, http://www.ems-wuensche.com/ english.htm, 13.06.2000.
208. * * * - *The OBD II Home Page.* Internet, http://www.obdii.com/, B&B Electronics, Ottawa, Illinois, SUA, 12.06.2000.
209. * * * - *The Price of Air Quality*. În revista “Automotive Environment Analyst” nr. 49, pag. 20-22, Anglia, Feb. 1999.
210. * * * - *Vehicle Application – Calibration.* FEV, Anglia, Internet, http://www.fev-et.com/ oreng/03eng/03pa/e_pa_ca.html, 05.09.2000.
211. * * * - *Vehicle Calibration Development System (VCADS).* Daewoo Motors Co, Bupyong Technical Center (BTC), Coreea de Sud, 1995.
212. * * * - *Vehicle Calibration for BMW-Rover Group.* Internet, http://www.ricardo.com/ annreps/key_projects.htm, Ricardo, Anglia, 03.07.2000.
213. * * * - *Vehicle Dynamics Simulator.* dSPACE, Paderborn, Germania, 2000.
214. * * * - *Vehicle Powertrain Calibration.* Internet, http://www.fev.de/vehicle/calibrat.htm, FEV, Germania, 19.11.1998.
215. * * * - *VT SHED Systems. Instruction Manual.* CAI, SUA, 1997.
216. * * * - *What is a Dynamometer?* Internet, http://www.dynesystems.com/what2.html, Dyne Systems, SUA, 21.01.2000.
217. * * * - *WinDyn SF-901. Operator's Manual.* SuperFlow, SUA, 1998.

ANEXE

ANEXA 1. Schema logică a programul de încercări aferent experimentării prezentei lucrări

SCHEMA LOGICĂ A TESTELOR AFERENTE PROCESULUI DE CALIBRARE A VEHICULULUI


Influența temperaturii
R83
RO
Influența umidității
R83
RO
Influența benzinei
R83
RO
Influența altitudinii
Min.
Mediu
Max.
n = 850; 2000; 4000 rpm
Influența calității aerului
Lab.
Trafic
NO$_x$
Fluor
n = 850; 2000; 4000 rpm
Influența traficului
Ciclu EU
Ciclu RO
Influența stilului de conducere
Influența sarcinii utile
R83
RO
Max.
TESTE INPUT
Ciclul de conducere specific românesc
Consum combustibil
CO
HC
NO$_x$
TESTE DE PROCESARE
Recalibrarea ECM
Test emisii și consum cf. R83
NU
DA
Test emisii și consum cf. spec. RO
NU
DA
TESTE OUPUT
Performanțe generale ale motorului
ECM serie
ECM recalibrat
Performanțe generale ale vehiculului
ECM serie
ECM recalibrat
Evaluarea draivabilității
ECM serie
ECM recalibrat

ANEXA 2. Programul de încercări aferent experimentării prezentei lucrări

PROGRAM DE ÎNCERCĂRI
PRIVIND
PARTICULARIZAREA CALIBRĂRII VEHICULELOR ROMÂNEȘTI

27.01.2001

NR. CRT.	DENUMIRE TEST	DETALII	DERULARE TESTE					OBSERVAȚII
			01. 2001	02. 2001	03. 2001	04. 2000	05.2001	
1	Caracteristica externă a motorului pentru parametrii de serie ai calibrării	• Procedura: R 85-ECE • Echipare motor: standard • Anexe: Curba avansului și *map*-ul VPW	▶					Test omologare RAR (19.01.1999)
2	Achiziție date referitoare la condițiile de trafic și de exploatare din România	• Parametrii vizați: viteza, consumul • Trafic: urban, extraurban, montan, rural • Exploatare tip client: monitorizare sarcină	▶					Derulare teste: Nov. ~ Dec. 2000
3	Emisiile și consumul pentru parametrii de serie ai calibrării ECM-ului (C/L)	• Ciclu: R 83-ECE, Euro II • Ambient: standard • Benzină fără plumb de referință	■					Condiții standard de omologare a motorului
4	Emisiile și consumul pentru parametrii de serie ai calibrării ECM-ului (O/L)	• Ciclu: R 83-ECE, Euro II • Ambient: standard • Benzină fără plumb de referință	■					Senzor de oxigen defect (deconectat)
5	Emisiile și consumul pentru parametrii de serie ai calibrării ECM-ului (C/L)	• Ciclu: R 83-ECE, Euro II • Ambient: standard • Benzină fără plumb de exploatare	■					
6	Emisiile și consumul la temperatura medie specifică climatului românesc (C/L)	• Ciclu: R 83-ECE, Euro II • Temperatură ambient: +10°C (±2°C) • Umiditate ambient: standard	■					Benzină de exploatare
7	Emisiile și consumul pentru parametrii de serie ai calibrării ECM-ului (C/L&A/C)	• Ciclu: R 83-ECE, Euro II • Ambient: standard • Benzină fără plumb de exploatare		■				Cu aerul condiționat cuplat pe tot ciclul
8	Emisiile și consumul la umiditatea medie specifică climatului românesc	• Ciclu: R 83-ECE, Euro II • Temperatură ambient: standard • Umiditate ambient: 82% (±5%)		■				
9	Emisiile și consumul pentru condițiile de sarcinș utilă specifică României	• Ciclu: R 83-ECE, Euro II • Ambient: standard • Sarcină utilă: 200 kg (±10 kg)		■				
10	Determinarea pornirii la rece pentru temperaturile extreme atinse în România	• Procedură specifică (nestandardizată) • Temperatură minimă: -32°C • Temperatură maximă: +41°C		■				• –32°C (motor și aer) • +41°C (aer); +80°C (motor)
11	Emisiile și consumul pentru altitudinile medie și extreme specifice României	• Static, la ralanti, 2000 și 4000 rot/min • Altitudine medie: 291 m • Altitudini extreme: 0 și 2040 m		■	■			

ANEXA 2 (continuare)

NR. CRT.	DENUMIRE TEST	DETALII	DERULARE TESTE					OBSERVAȚII
			01. 2001	02. 2001	03. 2001	04. 2000	05.2001	
12	Emisiile și consumul în funcție de gradul de poluare a mediului înconjurător	• Static, la ralanti, 2000 și 4000 rot/min • Condiții medii de poluare • Condiții extreme de poluare		▬	▬			
13	Emisiile și consumul pentru un ciclu de conducere specific traficului românesc	• Ciclu: specific (nestandardizat) • Temperatură ambient: standard • Umiditate ambient: standard			▬			Teste de referință: Craiova, București, Autostradă, Brașov etc.
14	Determinarea emisiilor și a consumului pentru viteza de croazieră legală în România	• Ciclu: specific • Condiții de mediu: standard (Euro II) • Paliere de viteză: 50, 90 și 120 km/h			▬			Motor cald (80°C)
15	Emisiile și consumul pentru un ciclu de conducere în stil “românesc”	• Ciclu: specific (nestandardizat) • Temperatură ambient: standard • Umiditate ambient: standard			▬			Teste de referință pe pista DWAR, cu 10 subiecți reprezentativi
16	Emisiile și consumul în funcție de poluarea mediului ca urmare a mersului în coloană	• Static, la ralanti, 2000 și 4000 rot/min • Condiții de rulare: urban • Condiții medii de poluare			▬			
17	Determinarea vitezei economice de exploatare pentru traficul românesc	• Ciclu: specific (idem #13) • Umiditate: 82%(±5%) • Temperatură: 9.3°C(±2°C)			▬			Corecție pentru A/C (Raportare la km echiv)
18	Recalibrarea ECM-ului în acord cu specificul exploatării vehiculului în condițiile din România	• Raportul A/F, optimizat • Cartograma avansului particularizată • Alți parametri ai calibrării optimizați				▬		
19	Determinarea vitezelor și a timpilor de accelerare conform STAS 6926/11-78	• Condiții de drum: standard • Condiții de mediu: standard • Condiții de sarcină: standard				▬		
20	Determinarea consumului de combustibil conform prevederilor STAS 6926/10-82	• Condiții de drum: standard • Condiții de mediu: standard • Condiții de sarcină: standard				▬		
21	Validarea draivabilității vehiculului conform unei proceduri specifice, derivată din procedura AVL	• Condiții de drum: specifice • Condiții de mediu: specifice • Condiții de sarcină: specifice				▬		Evaluare subiectivă
22	Validarea emisiilor și a consumului conform Regulamentului ECE-ONU nr. 83	• Ciclu: R 83-ECE, Euro II • Temperatură ambient: standard • Umiditate ambient: standard					▬	
23	Determinarea consumului de exploatare, comparativ cu calibrarea inițială a vehiculului	• Ciclu: specific (nestandardizat) • Condiții de mediu: specifice • Condiții de sarcină: specifice					▬	
24	Determinarea caracteristicii externe a motorului pentru noii parametri ai calibrării	• Condiții de mediu: standard • Condiții de sarcină: standard • Cerințe de echipare: standard					▬	

ANEXA 3. *Variația emisiilor și a consumului funcție de temperatură*

Temp. [°C]	Consumul [l/100 km]			Oxidul de carbon, CO [g/km]			Oxizii de azot, NO_x [g/km]			Hidrocarburile, HC [g/km]		
	Urban	Extraurban	Mixt	Urban	Extraurban	Mixt	Urban	Extraurban	Mixt	Urban	Extraurban	Mixt
-32	13.995	6.029	8.968	42.855	0.680	16.206	0.310	0.050	0.143	3.152	0.154	1.257
-31	13.953	6.030	8.953	42.168	0.674	15.949	0.307	0.050	0.142	3.106	0.153	1.239
-30	13.911	6.031	8.938	41.481	0.668	15.692	0.304	0.050	0.141	3.060	0.152	1.221
-29	13.869	6.031	8.922	40.794	0.662	15.436	0.302	0.049	0.140	3.015	0.150	1.204
-28	13.827	6.032	8.907	40.107	0.656	15.179	0.299	0.049	0.138	2.969	0.149	1.186
-27	13.784	6.033	8.892	39.420	0.650	14.922	0.296	0.048	0.137	2.923	0.147	1.168
-26	13.742	6.033	8.877	38.733	0.644	14.665	0.293	0.048	0.136	2.877	0.146	1.150
-25	13.700	6.034	8.861	38.046	0.638	14.409	0.291	0.047	0.135	2.832	0.144	1.133
-24	13.658	6.035	8.846	37.359	0.632	14.152	0.288	0.047	0.133	2.786	0.143	1.115
-23	13.616	6.035	8.831	36.673	0.626	13.895	0.285	0.047	0.132	2.740	0.142	1.097
-22	13.574	6.036	8.815	35.986	0.620	13.639	0.283	0.046	0.131	2.695	0.140	1.080
-21	13.532	6.036	8.800	35.299	0.614	13.382	0.280	0.046	0.130	2.649	0.139	1.062
-20	13.489	6.037	8.785	34.612	0.608	13.125	0.277	0.045	0.129	2.603	0.137	1.044
-19	13.447	6.038	8.770	33.925	0.602	12.868	0.274	0.045	0.127	2.557	0.136	1.026
-18	13.405	6.038	8.754	33.238	0.596	12.612	0.272	0.044	0.126	2.512	0.134	1.009
-17	13.363	6.039	8.739	32.551	0.590	12.355	0.269	0.044	0.125	2.466	0.133	0.991
-16	13.321	6.040	8.724	31.864	0.584	12.098	0.266	0.044	0.124	2.420	0.132	0.973
-15	13.279	6.040	8.708	31.177	0.578	11.842	0.264	0.043	0.123	2.375	0.130	0.956
-14	13.237	6.041	8.693	30.490	0.572	11.585	0.261	0.043	0.121	2.329	0.129	0.938
-13	13.194	6.042	8.678	29.803	0.566	11.328	0.258	0.042	0.120	2.283	0.127	0.920
-12	13.152	6.042	8.663	29.116	0.560	11.071	0.255	0.042	0.119	2.237	0.126	0.902
-11	13.110	6.043	8.647	28.429	0.554	10.815	0.253	0.041	0.118	2.192	0.124	0.885
-10	13.068	6.044	8.632	27.742	0.548	10.558	0.250	0.041	0.116	2.146	0.123	0.867
-9	13.026	6.044	8.617	27.056	0.542	10.301	0.247	0.041	0.115	2.100	0.122	0.849
-8	12.984	6.045	8.601	26.369	0.536	10.045	0.245	0.040	0.114	2.055	0.120	0.832
-7	12.942	6.045	8.586	25.682	0.530	9.788	0.242	0.040	0.113	2.009	0.119	0.814
-6	12.899	6.046	8.571	24.995	0.524	9.531	0.239	0.039	0.112	1.963	0.117	0.796
-5	12.857	6.047	8.556	24.308	0.518	9.274	0.236	0.039	0.110	1.917	0.116	0.778
-4	12.815	6.047	8.540	23.621	0.512	9.018	0.234	0.038	0.109	1.872	0.114	0.761
-3	12.773	6.048	8.525	22.934	0.506	8.761	0.231	0.038	0.108	1.826	0.113	0.743
-2	12.731	6.049	8.510	22.247	0.500	8.504	0.228	0.038	0.107	1.780	0.112	0.725
-1	12.689	6.049	8.494	21.560	0.494	8.248	0.226	0.037	0.106	1.735	0.110	0.708
0	12.647	6.050	8.479	20.873	0.488	7.991	0.223	0.037	0.104	1.689	0.109	0.690
1	12.604	6.051	8.464	20.186	0.482	7.734	0.220	0.036	0.103	1.643	0.107	0.672
2	12.562	6.051	8.449	19.499	0.476	7.477	0.217	0.036	0.102	1.597	0.106	0.654
3	12.520	6.052	8.433	18.812	0.470	7.221	0.215	0.035	0.101	1.552	0.104	0.637
4	12.478	6.053	8.418	18.125	0.464	6.964	0.212	0.035	0.099	1.506	0.103	0.619
5	12.436	6.053	8.403	17.439	0.458	6.707	0.209	0.035	0.098	1.460	0.102	0.601
6	12.394	6.054	8.387	16.752	0.452	6.451	0.207	0.034	0.097	1.415	0.100	0.584
7	12.352	6.054	8.372	16.065	0.446	6.194	0.204	0.034	0.096	1.369	0.099	0.566
8	12.309	6.055	8.357	15.378	0.440	5.937	0.201	0.033	0.095	1.323	0.097	0.548
9	12.267	6.056	8.342	14.691	0.434	5.680	0.198	0.033	0.093	1.277	0.096	0.530
10	12.225	6.056	8.326	14.004	0.428	5.424	0.196	0.032	0.092	1.232	0.094	0.513
11	**12.183**	6.057	8.311	13.317	0.422	5.167	0.193	0.032	0.091	1.186	0.093	0.495
12	12.141	6.058	8.296	12.630	0.416	4.910	0.190	0.032	0.090	1.140	0.092	0.477

ANEXA 3 (continuare)

Temp. [^{o}C]	Consumul [l/100 km]			Oxidul de carbon, CO [g/km]			Oxizii de azot, NO_x [g/km]			Hidrocarburile, HC [g/km]		
	Urban	Extraurban	Mixt	Urban	Extraurban	Mixt	Urban	Extraurban	Mixt	Urban	Extraurban	Mixt
13	12.099	6.058	8.280	11.943	0.410	4.654	0.188	0.031	0.089	1.095	0.090	0.460
14	12.057	6.059	8.265	11.256	0.404	4.397	0.185	0.031	0.087	1.049	0.089	0.442
15	12.014	6.060	8.250	10.569	0.398	4.140	0.182	0.030	0.086	1.003	0.087	0.424
16	11.972	6.060	8.235	9.882	0.392	3.883	0.179	0.030	0.085	0.957	0.086	0.406
17	11.930	6.061	8.219	9.195	0.386	3.627	0.177	0.029	0.084	0.912	0.084	0.389
18	11.888	6.062	8.204	8.509	0.380	3.370	0.174	0.029	0.083	0.866	0.083	0.371
19	11.846	6.062	8.189	7.822	0.374	3.113	0.171	0.029	0.081	0.820	0.082	0.353
20	11.804	6.063	8.173	7.135	0.368	2.857	0.169	0.028	0.080	0.775	0.080	0.336
21	11.762	6.063	8.158	6.448	0.362	2.600	0.166	0.028	0.079	0.729	0.079	0.318
22	11.719	6.064	8.143	5.761	0.356	2.343	0.163	0.027	0.078	0.683	0.077	0.300
23	11.677	6.065	8.128	5.074	0.350	2.086	0.160	0.027	0.076	0.637	0.076	0.282
24	11.635	6.065	8.112	4.387	0.344	1.830	0.158	0.026	0.075	0.592	0.074	0.265
25	**11.593**	6.066	8.097	3.700	0.338	1.573	0.155	0.026	0.074	0.546	0.073	0.247
26	11.542	6.054	8.072	3.599	0.319	1.525	0.155	0.027	0.075	0.524	0.069	0.236
27	11.492	6.042	8.046	3.499	0.301	1.477	0.154	0.028	0.075	0.502	0.064	0.225
28	11.441	6.030	8.021	3.398	0.282	1.428	0.154	0.029	0.076	0.480	0.060	0.214
29	11.391	6.018	7.996	3.298	0.264	1.380	0.153	0.031	0.076	0.458	0.056	0.204
30	11.340	6.005	7.970	3.197	0.245	1.332	0.153	0.032	0.077	0.436	0.051	0.193
31	11.289	5.993	7.945	3.096	0.226	1.284	0.152	0.033	0.077	0.414	0.047	0.182
32	11.239	5.981	7.919	2.996	0.208	1.235	0.152	0.034	0.078	0.392	0.042	0.171
33	**11.188**	5.969	7.894	2.895	0.189	1.187	0.151	0.035	0.078	0.370	0.038	0.160
34	11.137	5.957	7.869	2.794	0.170	1.139	0.151	0.036	0.079	0.348	0.034	0.149
35	11.087	5.945	7.843	2.694	0.152	1.091	0.150	0.037	0.079	0.326	0.029	0.138
36	11.036	5.933	7.818	2.593	0.133	1.042	0.150	0.038	0.080	0.304	0.025	0.127
37	10.986	5.921	7.793	2.493	0.115	0.994	0.149	0.040	0.080	0.282	0.021	0.117
38	10.935	5.908	7.767	2.392	0.096	0.946	0.149	0.041	0.081	0.260	0.016	0.106
39	10.884	5.896	7.742	2.291	0.077	0.898	0.148	0.042	0.081	0.238	0.012	0.095
40	10.834	5.884	7.716	2.191	0.059	0.849	0.148	0.043	0.082	0.216	0.007	0.084
41	10.783	5.872	7.691	2.090	0.040	0.801	0.147	0.044	0.082	0.194	0.003	0.073

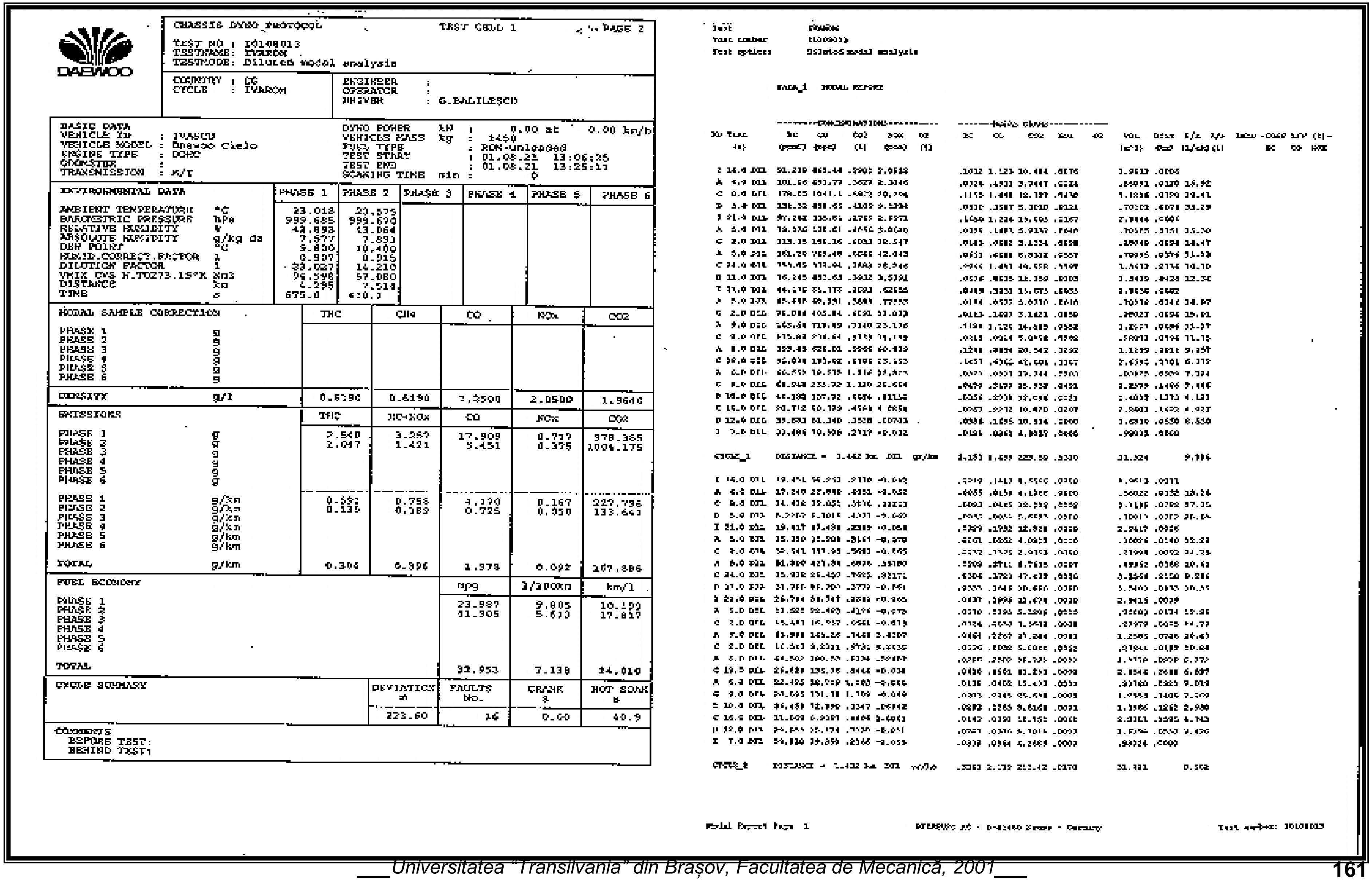
ANEXA 4. Variația emisiilor și a consumului funcție de umiditate

Umid. [%]	Consumul [l/100 km]			Oxidul de carbon, CO [g/km]			Oxizii de azot, NO_x [g/km]			Hidrocarburile, HC [g/km]		
	Urban	Extraurban	Mixt	Urban	Extraurban	Mixt	Urban	Extraurban	Mixt	Urban	Extraurban	Mixt
0	10.857	5.914	7.726	1.649	0.154	0.704	0.198	0.015	0.082	0.383	0.012	0.148
1	10.880	5.919	7.738	1.713	0.160	0.731	0.196	0.016	0.082	0.388	0.014	0.151
2	10.903	5.924	7.750	1.778	0.166	0.758	0.195	0.016	0.082	0.394	0.016	0.155
3	10.926	5.928	7.761	1.842	0.171	0.785	0.194	0.016	0.081	0.399	0.017	0.158
4	10.949	5.933	7.773	1.906	0.177	0.812	0.192	0.017	0.081	0.404	0.019	0.161
5	10.972	5.938	7.784	1.970	0.183	0.840	0.191	0.017	0.081	0.409	0.021	0.164
6	10.995	5.943	7.796	2.034	0.189	0.867	0.190	0.017	0.081	0.414	0.023	0.167
7	11.018	5.947	7.807	2.098	0.194	0.894	0.188	0.018	0.080	0.419	0.025	0.170
8	11.041	5.952	7.819	2.162	0.200	0.921	0.187	0.018	0.080	0.424	0.027	0.173
9	11.064	5.957	7.831	2.226	0.206	0.948	0.186	0.018	0.080	0.429	0.029	0.176
10	11.087	5.962	7.842	2.290	0.212	0.975	0.184	0.019	0.080	0.434	0.031	0.179
11	11.110	5.966	7.854	2.354	0.217	1.003	0.183	0.019	0.079	0.439	0.033	0.182
12	11.133	5.971	7.865	2.418	0.223	1.030	0.182	0.019	0.079	0.444	0.035	0.185
13	11.156	5.976	7.877	2.482	0.229	1.057	0.180	0.020	0.079	0.449	0.037	0.188
14	11.179	5.981	7.889	2.547	0.235	1.084	0.179	0.020	0.079	0.455	0.039	0.192
15	11.202	5.985	7.900	2.611	0.240	1.111	0.178	0.020	0.078	0.460	0.040	0.195
16	11.225	5.990	7.912	2.675	0.246	1.138	0.176	0.021	0.078	0.465	0.042	0.198
17	11.248	5.995	7.923	2.739	0.252	1.166	0.175	0.021	0.078	0.470	0.044	0.201
18	11.271	6.000	7.935	2.803	0.258	1.193	0.174	0.021	0.078	0.475	0.046	0.204
19	11.294	6.004	7.946	2.867	0.263	1.220	0.172	0.022	0.077	0.480	0.048	0.207
20	**11.317**	6.009	7.958	2.931	0.269	1.247	0.171	0.022	0.077	0.485	0.050	0.210
21	11.340	6.014	7.970	2.995	0.275	1.274	0.170	0.022	0.077	0.490	0.052	0.213
22	11.363	6.019	7.981	3.059	0.281	1.301	0.168	0.023	0.077	0.495	0.054	0.216
23	11.386	6.023	7.993	3.123	0.286	1.328	0.167	0.023	0.076	0.500	0.056	0.219
24	11.409	6.028	8.004	3.187	0.292	1.356	0.166	0.023	0.076	0.505	0.058	0.222
25	11.432	6.033	8.016	3.251	0.298	1.383	0.164	0.024	0.076	0.510	0.060	0.225
26	11.455	6.038	8.027	3.315	0.304	1.410	0.163	0.024	0.076	0.515	0.061	0.228
27	11.478	6.042	8.039	3.380	0.309	1.437	0.162	0.024	0.075	0.521	0.063	0.232
28	11.501	6.047	8.051	3.444	0.315	1.464	0.160	0.025	0.075	0.526	0.065	0.235
29	11.524	6.052	8.062	3.508	0.321	1.491	0.159	0.025	0.075	0.531	0.067	0.238
30	11.547	6.057	8.074	3.572	0.327	1.519	0.158	0.025	0.075	0.536	0.069	0.241
31	11.570	6.061	8.085	3.636	0.332	1.546	0.156	0.026	0.074	0.541	0.071	0.244
32	**11.593**	6.066	8.097	3.700	0.338	1.573	0.155	0.026	0.074	0.546	0.073	0.247
33	11.582	6.059	8.088	3.671	0.337	1.562	0.155	0.027	0.074	0.542	0.072	0.245
34	11.572	6.052	8.080	3.643	0.335	1.550	0.155	0.027	0.075	0.538	0.072	0.243
35	11.561	6.045	8.071	3.614	0.334	1.539	0.155	0.028	0.075	0.534	0.071	0.241
36	11.550	6.037	8.063	3.585	0.332	1.527	0.156	0.029	0.076	0.530	0.071	0.240
37	11.540	6.030	8.054	3.557	0.331	1.516	0.156	0.029	0.076	0.526	0.070	0.238
38	11.529	6.023	8.046	3.528	0.329	1.504	0.156	0.030	0.077	0.522	0.069	0.236
39	11.518	6.016	8.037	3.500	0.328	1.493	0.156	0.031	0.077	0.518	0.069	0.234
40	11.508	6.009	8.028	3.471	0.327	1.482	0.156	0.031	0.078	0.514	0.068	0.232
41	11.497	6.002	8.020	3.442	0.325	1.470	0.156	0.032	0.078	0.510	0.068	0.230
42	11.486	5.994	8.011	3.414	0.324	1.459	0.157	0.033	0.079	0.506	0.067	0.228
43	11.476	5.987	8.003	3.385	0.322	1.447	0.157	0.033	0.079	0.502	0.066	0.226
44	11.465	5.980	7.994	3.356	0.321	1.436	0.157	0.034	0.080	0.498	0.066	0.225
45	11.454	5.973	7.986	3.328	0.319	1.424	0.157	0.035	0.080	0.494	0.065	0.223
46	11.444	5.966	7.977	3.299	0.318	1.413	0.157	0.035	0.081	0.490	0.065	0.221
47	11.433	5.959	7.969	3.271	0.317	1.402	0.157	0.036	0.081	0.487	0.064	0.219
48	11.422	5.951	7.960	3.242	0.315	1.390	0.158	0.037	0.081	0.483	0.063	0.217
49	11.412	5.944	7.951	3.213	0.314	1.379	0.158	0.037	0.082	0.479	0.063	0.215
50	11.401	5.937	7.943	3.185	0.312	1.367	0.158	0.038	0.082	0.475	0.062	0.213
51	11.390	5.930	7.934	3.156	0.311	1.356	0.158	0.039	0.083	0.471	0.062	0.212

ANEXA 4 *(continuare)*

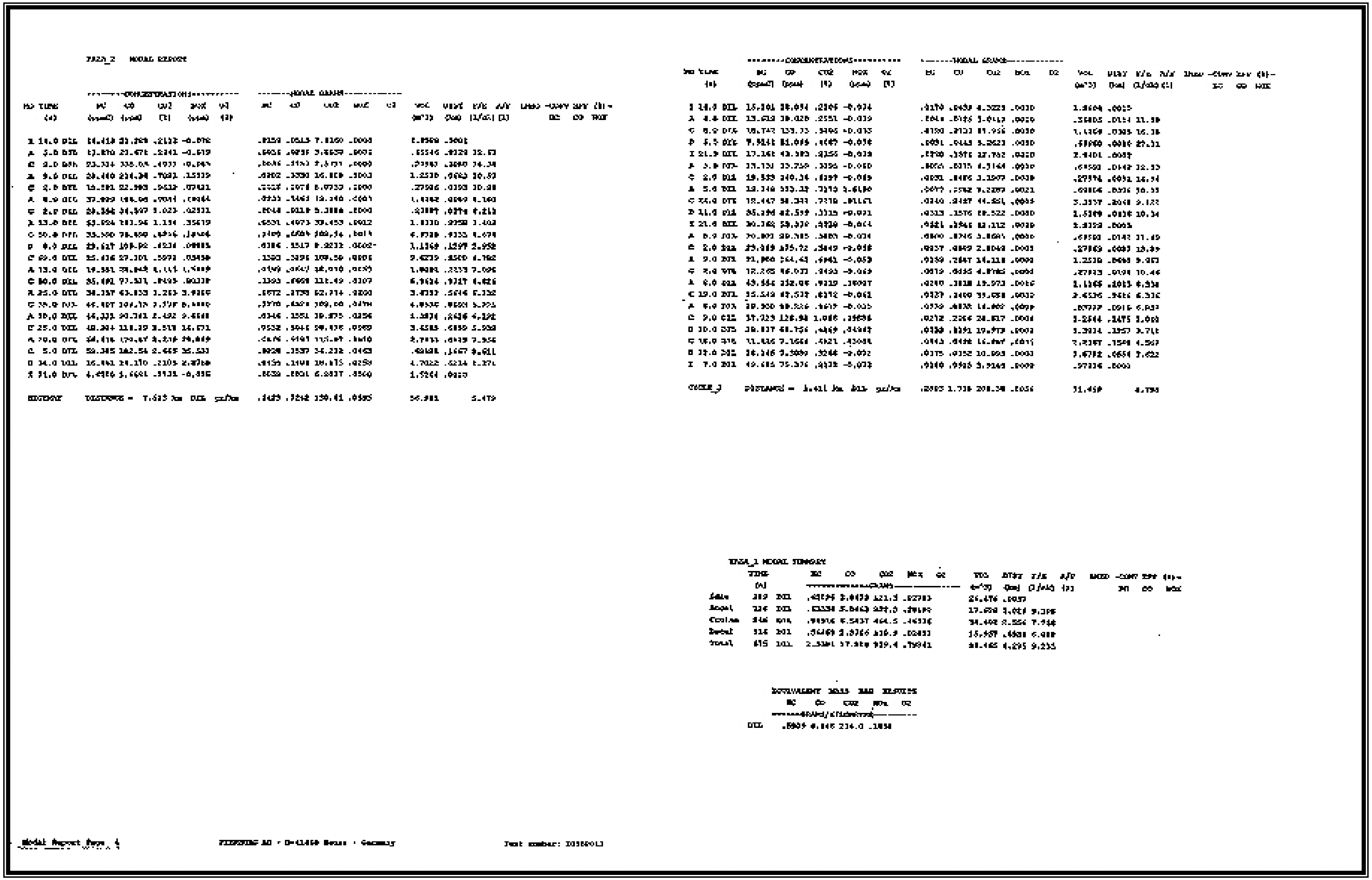
Umid. [%]	**Consumul [l/100 km]**			**Oxidul de carbon, CO [g/km]**			**Oxizii de azot, NO$_x$ [g/km]**			**Hidrocarburile, HC [g/km]**		
	Urban	**Extraurban**	**Mixt**	**Urban**	**Extraurban**	**Mixt**	**Urban**	**Extraurban**	**Mixt**	**Urban**	**Extraurban**	**Mixt**
52	11.380	5.923	7.926	3.127	0.309	1.344	0.158	0.039	0.083	0.467	0.061	0.210
53	11.369	5.916	7.917	3.099	0.308	1.333	0.158	0.040	0.084	0.463	0.060	0.208
54	11.358	5.908	7.909	3.070	0.306	1.321	0.159	0.041	0.084	0.459	0.060	0.206
55	11.348	5.901	7.900	3.041	0.305	1.310	0.159	0.041	0.085	0.455	0.059	0.204
56	11.337	5.894	7.891	3.013	0.304	1.299	0.159	0.042	0.085	0.451	0.059	0.202
57	11.326	5.887	7.883	2.984	0.302	1.287	0.159	0.043	0.086	0.447	0.058	0.200
58	11.316	5.880	7.874	2.956	0.301	1.276	0.159	0.043	0.086	0.443	0.057	0.198
59	11.305	5.873	7.866	2.927	0.299	1.264	0.159	0.044	0.087	0.439	0.057	0.197
60	11.294	5.865	7.857	2.898	0.298	1.253	0.160	0.045	0.087	0.435	0.056	0.195
61	11.284	5.858	7.849	2.870	0.296	1.241	0.160	0.045	0.088	0.431	0.056	0.193
62	**11.273**	5.851	7.840	2.841	0.295	1.230	0.160	0.046	0.088	0.427	0.055	0.191
63	11.262	5.844	7.831	2.812	0.294	1.219	0.160	0.047	0.088	0.423	0.054	0.189
64	11.252	5.837	7.823	2.784	0.292	1.207	0.160	0.047	0.089	0.419	0.054	0.187
65	11.241	5.830	7.814	2.755	0.291	1.196	0.160	0.048	0.089	0.415	0.053	0.185
66	11.230	5.822	7.806	2.726	0.289	1.184	0.161	0.049	0.090	0.411	0.053	0.184
67	11.220	5.815	7.797	2.698	0.288	1.173	0.161	0.049	0.090	0.407	0.052	0.182
68	11.209	5.808	7.789	2.669	0.286	1.161	0.161	0.050	0.091	0.403	0.051	0.180
69	11.198	5.801	7.780	2.641	0.285	1.150	0.161	0.051	0.091	0.399	0.051	0.178
70	11.188	5.794	7.771	2.612	0.284	1.139	0.161	0.051	0.092	0.395	0.050	0.176
71	11.177	5.787	7.763	2.583	0.282	1.127	0.161	0.052	0.092	0.391	0.050	0.174
72	11.166	5.779	7.754	2.555	0.281	1.116	0.162	0.053	0.093	0.387	0.049	0.172
73	11.156	5.772	7.746	2.526	0.279	1.104	0.162	0.053	0.093	0.383	0.048	0.170
74	11.145	5.765	7.737	2.497	0.278	1.093	0.162	0.054	0.094	0.379	0.048	0.169
75	11.134	5.758	7.729	2.469	0.276	1.081	0.162	0.055	0.094	0.375	0.047	0.167
76	11.124	5.751	7.720	2.440	0.275	1.070	0.162	0.055	0.095	0.371	0.047	0.165
77	11.113	5.744	7.712	2.412	0.274	1.059	0.162	0.056	0.095	0.368	0.046	0.163
78	11.102	5.736	7.703	2.383	0.272	1.047	0.163	0.057	0.095	0.364	0.045	0.161
79	11.092	5.729	7.694	2.354	0.271	1.036	0.163	0.057	0.096	0.360	0.045	0.159
80	11.081	5.722	7.686	2.326	0.269	1.024	0.163	0.058	0.096	0.356	0.044	0.157
81	11.070	5.715	7.677	2.297	0.268	1.013	0.163	0.059	0.097	0.352	0.044	0.156
82	11.060	5.708	7.669	2.268	0.266	1.001	0.163	0.059	0.097	0.348	0.043	0.154
83	11.049	5.701	7.660	2.240	0.265	0.990	0.163	0.060	0.098	0.344	0.042	0.152
84	11.038	5.693	7.652	2.211	0.263	0.978	0.164	0.061	0.098	0.340	0.042	0.150
85	11.028	5.686	7.643	2.182	0.262	0.967	0.164	0.061	0.099	0.336	0.041	0.148
86	11.017	5.679	7.634	2.154	0.261	0.956	0.164	0.062	0.099	0.332	0.041	0.146
87	11.006	5.672	7.626	2.125	0.259	0.944	0.164	0.063	0.100	0.328	0.040	0.144
88	10.996	5.665	7.617	2.097	0.258	0.933	0.164	0.063	0.100	0.324	0.039	0.142
89	10.985	5.658	7.609	2.068	0.256	0.921	0.164	0.064	0.101	0.320	0.039	0.141
90	10.974	5.650	7.600	2.039	0.255	0.910	0.165	0.065	0.101	0.316	0.038	0.139
91	10.964	5.643	7.592	2.011	0.253	0.898	0.165	0.065	0.102	0.312	0.038	0.137
92	10.953	5.636	7.583	1.982	0.252	0.887	0.165	0.066	0.102	0.308	0.037	0.135
93	10.942	5.629	7.574	1.953	0.251	0.876	0.165	0.067	0.102	0.304	0.036	0.133
94	10.932	5.622	7.566	1.925	0.249	0.864	0.165	0.067	0.103	0.300	0.036	0.131
95	10.921	5.615	7.557	1.896	0.248	0.853	0.165	0.068	0.103	0.296	0.035	0.129
96	10.910	5.607	7.549	1.867	0.246	0.841	0.166	0.069	0.104	0.292	0.035	0.128
97	10.900	5.600	7.540	1.839	0.245	0.830	0.166	0.069	0.104	0.288	0.034	0.126
98	10.889	5.593	7.532	1.810	0.243	0.818	0.166	0.070	0.105	0.284	0.033	0.124
99	10.878	5.586	7.523	1.782	0.242	0.807	0.166	0.071	0.105	0.280	0.033	0.122
100	10.868	5.579	7.514	1.753	0.241	0.796	0.166	0.071	0.106	0.276	0.032	0.120

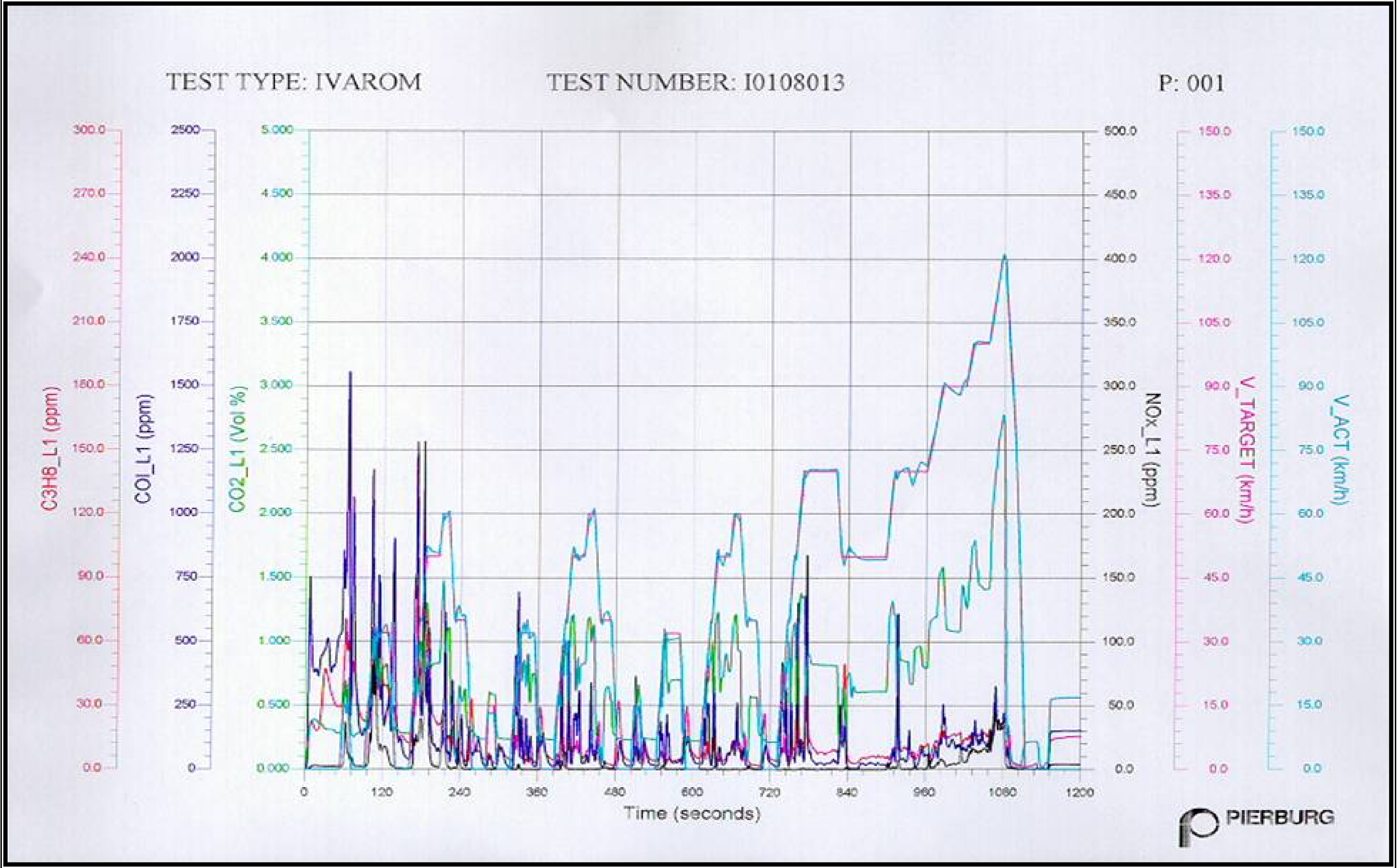
ANEXA 5. Raport modal privind emisiile și consumul în cazul ciclului de conducere specific României



```
CHASSIS DYNO PROTOCOL                        TEST CELL 1            PAGE 2

TEST NO  : 10108013
TESTNAME : IVAROM
TESTMODE : Diluted modal analysis

COUNTRY  : CG                    ENGINEER  :
CYCLE    : IVAROM                OPERATOR  :
                                 DRIVER    : G.BALILESCU

BASIC DATA                                  DYNO POWER     kW  :      0.00 at     0.00 km/h
VEHICLE ID    : IVASCU                      VEHICLE MASS   kg  :   1450
VEHICLE MODEL : Daewoo Cielo                FUEL TYPE          : RON-unleaded
ENGINE TYPE   : DOHC                        TEST START         : 01.08.21  13:06:25
ODOMETER      :                             TEST END           : 01.08.21  13:25:13
TRANSMISSION  : M/T                         SOAKING TIME   min :        0

ENVIRONMENTAL DATA                 PHASE 1  PHASE 2  PHASE 3  PHASE 4  PHASE 5  PHASE 6

AMBIENT TEMPERATURE     °C          23.018   20.575
BAROMETRIC PRESSURE     hPa        999.685  999.690
RELATIVE HUMIDITY       %           42.893   43.064
ABSOLUTE HUMIDITY       g/kg da      7.577    7.893
DEW POINT               °C           9.800   10.400
HUMID.CORRECT.FACTOR    1            0.907    0.915
DILUTION FACTOR         1           23.027   14.210
VMIX CVS N.T0273.15°K   Nm3         96.598   57.080
DISTANCE                km           4.295    7.514
TIME                    s          675.0    420.3

MODAL SAMPLE CORRECTION              THC      CH4      CO       NOx      CO2

PHASE 1                 g
PHASE 2                 g
PHASE 3                 g
PHASE 4                 g
PHASE 5                 g
PHASE 6                 g

DENSITY                 g/l          0.6190   0.6190   1.2500   2.0500   1.9640

EMISSIONS                            THC      HC+NOx   CO       NOx      CO2

PHASE 1                 g            7.540    3.257   17.909    0.739   978.365
PHASE 2                 g            1.047    1.421    5.451    0.375  1004.175
PHASE 3                 g
PHASE 4                 g
PHASE 5                 g
PHASE 6                 g

PHASE 1                 g/km         0.691    0.758    4.170    0.167   227.796
PHASE 2                 g/km         0.135    0.189    0.725    0.050   133.641
PHASE 3                 g/km
PHASE 4                 g/km
PHASE 5                 g/km
PHASE 6                 g/km

TOTAL                   g/km         0.304    0.396    1.978    0.092   167.886

FUEL ECONOMY                                           mpg      l/100km  km/l

PHASE 1                                               23.987    9.805   10.199
PHASE 2                                               41.905    5.613   17.817
PHASE 3
PHASE 4
PHASE 5
PHASE 6

TOTAL                                                 32.953    7.138   14.010

CYCLE SUMMARY                                 DEVIATION  FAULTS   CRANK    HOT SOAK
                                              s          No.      s        s
                                              223.60     16       0.60     40.9

COMMENTS
  BEFORE TEST:
  BEHIND TEST:
```

ANEXA 5 (continuare)



ANEXA 5 *(continuare)*